





BASES ANATOMICAS Y FUNCIONALES DE LA MOTILIDAD

Autor: José Angel Prieto Jimenez

Profesor: D. Manuel Anitua Solano

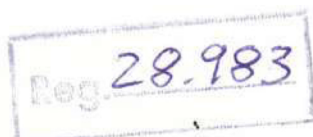
Instituto Nacional de Educ. Fis. y Deporte

Curso Académico 1.975- 76





DILIGENCIA para hacer constar que este trabajo de  
investigación de fin de carrera obtuvo  
la aprobación del correspondiente Tri-  
bunal el día 17 de octubre de 1975.





BASES ANATOMICAS Y FUNCIONALES DE LA MOTILIDAD  
=====

S U M A R I O

	<u>PAGINA</u>
CAPITULO I.-	
INTRODUCCION Y VISION DE CONJUNTO DEL TEMA ...	6
CAPITULO II.-	
ASPECTOS MORFOLOGICOS DEL APARATO LOCOMO-	
TOR PROPIAMENTE DICHO .....	10
CAPITULO III.-	
CLASIFICACION DE LOS MOVIMIENTOS .....	19
Movimientos automáticos .....	19
Movimiento voluntario .....	21
CAPITULO IV.-	
LA MOTILIDAD Y SU REGULACION: ORGANIZACION	
DEL MOVIMIENTO .....	23
Actividad segmentaria .....	23
Actividad intersegmentaria .....	25
Actividad suprasegmentaria .....	27
Actividad totalitaria o cortical .....	28
Tono muscular .....	36
CAPITULO V.-	
BASES ANATOMICAS DEL TONO MUSCULAR: MECANIS	
MOS DE CONTROL .....	43



PAGINA

Los mecanismos de control del tono ..... 45

CAPITULO VI.-

BASES ANATOMICAS DE LAS CONDUCTAS REFLEXIVAS... 52

CAPITULO VII.-

EL CEREBRO COMO ORGANO DE ACCION: VIAS MOTO-

RAS- MECANISMOS DE LA PRAXIA ..... 61

Mecanismos de la praxia ..... 76

CAPITULO VIII.-

SOFROLOGIA Y DEPORTE ..... 82

CAPITULO IX.-

RESUMEN, CONSIDERACIONES GENERALES Y CONCLU-

SIONES SOBRE MOTILIDAD ..... 85

CAPITULO X.-

BIBLIOGRAFIA ..... 91



## I - CAPITULO

### INTRODUCCION Y VISION DE CONJUNTO DEL TEMA.-

Considero que el tema que he tratado es arduo y complicado aunque tiene su compensación, ya que me abrió los ojos en el terreno de los procesos anatomo-fisiológicos de la motilidad.

Por otro lado me permitió conocer aunque no muy profundamente las bases y fundamentos de la Sofrología, que encaja en un mundo de hoy en el que hay tantos adelantos y evolucionan constantemente los métodos de preparación - tanto psíquicos como físicos, y que el conocer esta importante ciencia nos puede ayudar sobremedida a conseguir un mayor control y dominio de nuestra persona.

La motilidad no es solo el conjunto de huesos, articulaciones y músculos sino que el S.N.C. se encarga de regular todos esos mecanismos, desde el tono muscular hasta la acción muscular por conducta reflexiva que es la que libre de toda actividad emotiva es capaz de planear serenamente un movimiento con un fin determinado.

Nuestro cuerpo es capaz de realizar un movimiento - gracias a esas formaciones anatómicas, huesos, articulaciones y músculos.

Por medio del sistema nervioso el individuo puede realizar varias acciones más o menos complejas como son: actividades segmentarias, intersegmentarias, suprasegmentarias y totalitarias. Esta última se distingue porque sus

reacciones afectan a toda la persona y constituye lo que llamamos conciencia.

El estado de conciencia está regulado por unas formaciones anatómicas: estructuras facilitadoras de la actitud vigil y estructuras inhibidoras. El individuo reacciona mediante actitud reflexiva y actitud emocional, siendo objeto de mucha atención las primeras porque serán las que planeen el movimiento reflexivamente, serenamente, sin ningún tipo de inhibición que lo coarten o menoscaben.

La ejecución correcta del movimiento exige la normal integridad del aparato motor, una sensibilidad normal y la intervención de los centros psicomotores.

El cerebelo secundariamente juega un gran papel, regula la actividad motora (tanto voluntaria, como involuntaria) y refuerza el tono muscular por una vía cerebelosa motriz.

Por último considero importante la Sofrología dentro del tema ya que todas las teorías desarrolladas anatomo-fisiológicas hasta llegar a la elaboración de todos los movimientos, se conexionan con el terreno práctico de esta ciencia.

Los métodos sofrológicos, según el doctor A. CAYCEDO ( 4), se colocan en la línea de entrenamiento de la personalidad total y tienden a ofrecer al hombre una verdadera disciplina existencial.

La Sofrología:

1/ Se propone el estudio científico de la conciencia humana.



2/ Conlleva la práctica de una filosofía y una disciplina existencial.

3/ Aplica una terapéutica y un método de entrenamiento de la personalidad.

La Sofrología considera al hombre como un ser indivisible, original y transcendente, dotado en las bases esenciales de su existencia de un potencial integrador de todos los elementos y estructuras psicofísicas, que llamamos "consciencia"; la cual le informa de la realidad externa e interna y, con carácter dinámico, modifica sus niveles, estableciendo el ciclo vigilia-sueño.

Por tanto, se aparta de los conceptos que asimilan la consciencia a su función vigil y racional. Para muchos autores la consciencia sería la vigilancia, que quedaría detenida durante el sueño, en el cual se viviría la "inconsciencia", de la cual exceptúan los ensueños. Para la Sofrología en cambio, el sueño corresponde a los niveles profundos de la consciencia.

Subraya la importancia del sentimiento, progresivamente acrecentado, de la propia existencia. Incluso activa en sus técnicas los mecanismos perceptivos del esquema corporal, con ánimo de reforzar su integración y favorecer y activar potencialmente su realización existencial.

En cuanto a sus procedimientos terapéuticos y métodos de entrenamiento, la Sofrología, que no admite separación entre cuerpo y mente, se apoya en tres principios fundamentales:

- a) Principio del esquema corporal como realidad vivida.
- b) Principio de acción positiva.
- c) Principio de la realidad objetiva.

Debemos diferenciar la Sofrología de determinados conceptos que actualmente se prestan a confusión, tales como: la hipnosis, la Parapsicología, la Psiquiatría, un método de liberación oriental o un capítulo de la Medicina Psicosomática.

La máxima aspiración de la Sofrología es la de contribuir, en la medida de sus limitaciones y sus trabajos a la creación de una medicina del futuro, basada en la integración armónica del hombre consigo mismo y con el universo.

---



## II - CAPITULO

### ASPECTOS MORFOLOGICOS DEL APARATO LOCOMOTOR PROPIAMENTE DICHOS.

La práctica del ejercicio físico se basa en la actividad motora del hombre; es por tanto el movimiento, el elemento básico en la práctica de los ejercicios.

Podríamos definir al movimiento (Perez Casas y col.) ( 18) como la facultad que tiene el ser viviente, de separar las partes corporales unas de otras, de mover el cuerpo, de mantener actitudes opuestas a las fuerzas externas y a la acción de la gravedad. Y lo hace gracias a su aparato locomotor, es decir, al conjunto de partes que trabajan bajo un denominador común, para realizar la función locomotriz.

Las formaciones anatómicas que constituyen este sistema locomotor están formadas por huesos, articulaciones y músculos lo que juntos constituyen una gran unidad funcional dispuesta a la acción exterior, es decir, expresando la reacción visible ante el mundo exterior y concretando la interacción del organismo con el medio ambiente.

Los huesos o piezas esqueléticas , son los órganos pa

sivos del movimiento y articulados entre sí constituyen palancas que por último son accionadas por los músculos u órganos activos del movimiento merced a las órdenes que reciben del sistema nervioso.

Me voy a referir aquí, esencialmente a la anatomía - funcional y a la regulación del movimiento.

Hemos dicho, que el movimiento se debe a la acción - muscular, es decir, que la unidad es el músculo estriado ó esquelético. En todo organismo el productor del efecto es el músculo, aunque el proceso nervioso de actividad sea diferente.

La unidad estructural del músculo es la fibra muscular estriada. Esta es una célula multinucleada. Su proto-- plasma o sarcoplasma contiene las miofibrillas reunidas en paquetes y una serie de gránulos llamados sarcosomas.

La reunión de fibras musculares, según Benninghoff - ( 2 ), constituye el músculo. Aquellas se engloban en fascículos o haces separadas por tabiques de tejido conjuntivo laxo para luego ser el músculo envainado por una formación conjuntivo-elástica de estructura más densa que ha recibido el nombre de fascia. (Figura 1)

Se sabe que el músculo tiene una constitución química particular pero de ella sólo quiero recalcar las albúmi nas musculares (miosina) que es una proteína de aspecto fi brilar que está combinada con otra proteína (actina) en - forma de actino-miosina que es el subtratum contráctil de



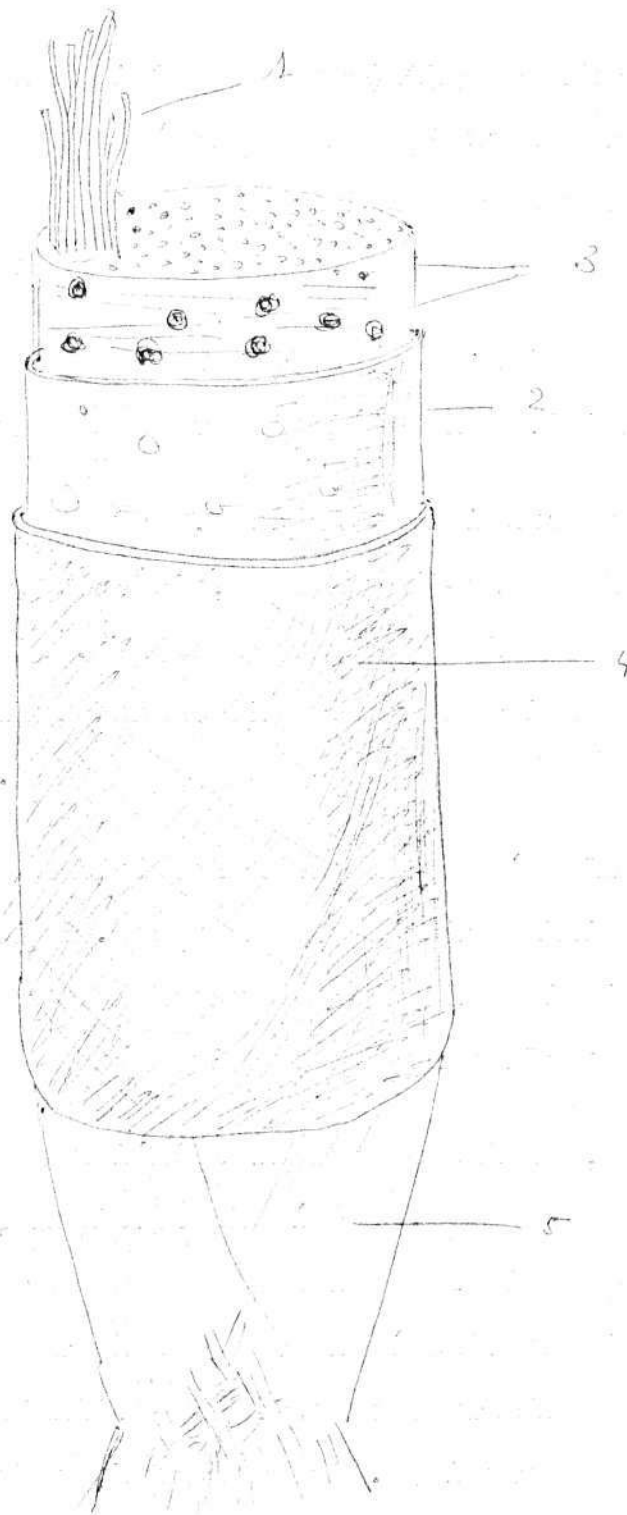


FIGURA 1.- Estructura de una fibra muscular estriada (imitada de BENNINGHOFF) 1. miofibrillas; 2. sarcolema; 3. nucleos de la fibra muscular; 4. vaina de fibras de reticulina que / constituyen el endomisio; 5. fibras del tendón.

la musculatura.

La cantidad de sangre que recibe un músculo es muy grande a causa de su acentuado metabolismo.

Dentro de las propiedades físicas del músculo cabe señalar la extensibilidad y elasticidad dependiente del contenido de tejido elástico de su fascia y perimisios.

Sin embargo, la contractibilidad y el tono muscular son las dos propiedades biológicas más importantes del órgano activo del movimiento.

La contracción muscular, base de todo movimiento, tiene como substratum las miofibrillas de las fibras musculares.

Se distinguen varios tipos de contracción: una isotónica y otra isométrica.

La contracción isométrica, también llamada estática es un estado de contracción no acompañada de cambios en la longitud del músculo y no acompañada por tanto de desplazamientos de la palanca ósea correspondiente.

La contracción isotónica se puede dividir en contracción excéntrica y concéntrica.

La contracción excéntrica es un proceso difícil de explicar, pero podíamos decir, que cuando la tensión del músculo es superada por la resistencia, aquél se alarga y cede paulatinamente a la tracción ejercida sobre uno de sus puntos de inserción. Por ejemplo: si una persona estando de pie flexiona el tronco y se inclina hacia adelante para tocar el suelo con sus manos, llega un momento en que

su cabeza sobrepasa el límite anterior del polígono de sustentación. De este modo, la acción de la gravedad amenaza con derrumbar toda la parte superior del tronco contra el suelo. Para evitar este peligro y luchar contra la acción de la gravedad el músculo erector trunci se contrae excéntricamente, aumenta su tensión y alargándose poco a poco cede al peso del cuerpo impidiendo así su caída.

La contracción concéntrica se caracteriza porque el aumento de tensión del músculo se acompaña de un acortamiento de las fibras musculares. En suma en este tipo de contracción, los músculos vencen la resistencia, acortándose y provocando el desplazamiento de una parte de las palancas que intervienen en el movimiento.

Se distinguen varios tipos de contracción isotónica concéntrica:

1/ La que produce un acortamiento lento y progresivo del músculo, muy usada en muchos ejercicios deportivos.

2/ La contracción rápida, fásica o balística, empleada en los movimientos propios de muchas actividades deportivas.

El miembro que ha realizado un movimiento brusco se detiene o porque choca con un objeto exterior (caso del futbolista que golpea el balón) o por contracción de los músculos antagonistas correspondientes.

Esta forma de actividad motriz provoca un movimiento rápido y potente y va acompañado de menos fatiga que la forma de contracción lenta y progresiva.



La actividad muscular se manifiesta, no como función de un solo músculo sino por la integración de varios de ellos.

A estas asociaciones musculares para la realización de un determinado movimiento se las llama lazadas musculares, término que expresa la unión funcional de más alta significación dentro de la miología dinámica.

Tittel (21) define las lazadas musculares como la reunión de músculos para la realización de una misma función; conjunción perfecta y armónica que garantiza movimientos complejos, sucesivos, perfectos, estáticos y al propio tiempo económicos, como veremos más adelante.

Estas lazadas musculares se continúan entre sí ya directamente, ya por intermedio de piezas óseas o por formaciones tendinosas o láminas aponeuróticas. Se imbrican complicadísimas formas. Precisamente en ello radica la belleza del movimiento.

En un movimiento voluntario cualquiera, los músculos se asocian para constituir sinergias musculares.

En éstas intervienen:

1/ Los músculos que efectúan el movimiento planeado o músculos agonistas o protagonistas.

Dentro de este grupo hay unos que son más importantes (agonistas principales) en contra de otros (agonistas accesorios) Gómez Oliveros (9).

2/ Los músculos antagonistas, son los que se oponen al movimiento realizado por la contracción de los protagonistas, bien por su contracción activa o por su resistencia elástica. Ya veremos después como el mecanismo de la inervación recíproca de Sherrington determina su relajación en el curso de un determinado movimiento.

Sin embargo, hay veces en que los músculos antagonistas se contraen por rebote o contragolpe al finalizar la contracción de los agonistas, con el fin de detener o frenar la acción de éstos y proteger así la articulación movilizada de posibles daños. Tal sucede, en el movimiento balístico que hace el futbolista para chutar cuando el pié no acierta a golpear el balón.

Cuando un músculo inicia su contracción isotónica concéntrica, existe la tendencia normal de movilizar los puntos de inserción, tanto el fijo como el móvil, y si sólo se desplaza este último, es porque existen unos músculos - fijadores, cuya misión consiste en estabilizar aquellas articulaciones integradas por las palancas óseas que deben constituir el punto firme.

De gran importancia en la mecánica articular son los músculos sinérgicos que cooperan en la realización de un movimiento.

Ciertos grupos musculares sinérgicos se contraen estáticamente para fijar las articulaciones proximales que sobrepasen un músculo largo multiarticular que va a determinar los movimientos de las articulaciones distales, o bien,

cuando los músculos flexores dorsales de la muñeca se contraen simultáneamente a los músculos flexores de los dedos, con lo cual, se consigue una mayor fuerza por parte de éstos en el cierre del puño, sobre todo en los movimientos balísticos (llamados sinérgicos verdaderos de Wright).

Sinérgicos son también los músculos estabilizadores o neutralizantes. Una contracción neutralizante es determinada por uno o más músculos para impedir la acción inútil de una palanca ósea movilizada. Gracias a su contracción se oponen, en suma, a la realización de movimientos indeseados. Un músculo durante su contracción puede desarrollar más de una acción. Si alguna de éstas se opone a la acción fundamental que se desea realizar, la acción de los sinérgicos neutralizantes contrarrestan estas acciones opo~~nen~~tes o perjudiciales.

Si por ejemplo: un músculo es a la vez flexor y separador y la flexión es el único movimiento que interesa, -- entonces, uno o más músculos aproximadores se contraen simultáneamente para neutralizar la acción separadora del -- músculo protagonista.

Esta melodía kinética es la que se pone en marcha en la realización de un movimiento voluntario por elemental -- que sea, no comportándose los músculos de manera independiente sino que se asocian para constituir sinérgicas musculares.

No olvidemos que cuando queremos hacer un movimiento pensamos en movimientos y no en músculos. Rasch y Burke -- (19).

Es costumbre en Anatomía exponer la acción de los músg

culos aisladamente, sin tener en cuenta que todo movimiento de nuestro cuerpo, requiere siempre la actividad de un grupo de músculos, unos de los cuales protagonizan el movimiento y sus asociados actúan sinérgicamente.

Es preciso no olvidar que:

La ejecución de un acto motor es producto de movimientos finos y delicados, de carácter intencional, teleokinético, con una finalidad determinada, que constituyen la Figura motora, la cual se ordena, se coordina en el tiempo y en el espacio (sinergia motora) enraizado en la acción reflexiva voluntaria, y que todo ello se recorta sobre el fondo postural basodinámico o ereismático, menos diferenciado -- y masivo que acompaña siempre a la realización de cualquier actividad locomotriz enraizada en la acción refleja y automática. Y todo ello va impregnado de un característico comportamiento motor que imprime al individuo su típica personalidad motora, mediante movimientos automáticos asociados o sincinéticos.

Todo ello implica la puesta en juego de actos reflejos involuntarios automáticos de diversa índole y voluntarios de cuyo acoplamiento recíproco y justo depende que el movimiento alcance su máxima eficacia.

---

### III - CAPITULO

#### CLASIFICACION DE LOS MOVIMIENTOS.-

Con criterios fisiológicos se pueden clasificar los movimientos en tres categorías, clasificación ciertamente arbitraria, producto del estudio analítico y por tanto -- irreal dado que el organismo funciona como un todo. Estos son:

Movimientos reflejos.

Movimientos involuntarios o automáticos en sentido amplio.

Movimientos voluntarios.

El movimiento más sencillo es la acción refleja.

Los movimientos involuntarios, más complicados que -- los precedentes comprende 2 categorías de actividades ciné-- ticas.

Movimientos automáticos.

=====

a) Los movimientos asociados o sincinéticos.

b) Los movimientos automáticos propiamente dichos. Como -- son: Los movimientos Reactivos o de defensa.

La Mímica emocional y los Movimientos expresivos.

Los movimientos Automáticos secundarios primarios o instin-- tivos.

Los movimientos asociados o sincinéticos son movimien-- tos automáticos, que acompañan a los voluntarios dando a -- estos la armonía necesaria para que resulten elegantes y -- eficientes.

Definen la Personalidad motriz del individuo (balan-- ceo de los brazos durante la marcha).



Los automáticos propiamente dichos comprenden una ex tensa gama de acciones motrices.

1) Movimientos reactivos o de defensa, totalmente involuntaria pero que difieren del reflejo en que pueden producirsen de distintas maneras y no en un sentido determinado.

La mimica emocional o movimientos expresivos.

Los movimientos automáticos secundarios son aquellos que se han aprendido después de un periodo más o menos arduo de aprendizaje y que son de una importancia extraordinaria. Ellos nacen del aprendizaje.

Es preciso tener muy en cuenta que los movimientos - que realizamos en nuestro aparato locomotor han sido aprendidos paulatinamente en el curso de un largo periodo de - entrenamiento, de un modo reflexivo o voluntario. Su característica fundamental es que el individuo debe pasar - por un periodo previo de aprendizaje que puede estar basado en la experiencia o en la capacidad humana de intuir.

Los movimientos automatizados secundarios por tanto, comienzan siendo voluntarios (son movimientos estudiados previamente) y se desarrollan sin control permanente de - la voluntad, pudiendo ésta intervenir en cualquier momento. En suma una vez aprendidos, no necesitan de una continuada vigilancia y presencia consciente de la persona - para ser realizados.

Los movimientos automáticos representan lamayor parte de la actividad motora del hombre. Se realizan mediante la repetición de movimientos nuevos y aparecen en la - medida en que quedan fijados sus elementos componentes.

Este aprendizaje consiste en la adquisición de un há

bito motor, pero hábito significa memoria y por lo tanto la memoria motora es un factor fundamental que hay que tener en cuenta para comprender el funcionamiento del sistema motor.

La memoria de estos movimientos o gestos motores, que tienen un sentido y una finalidad determinada, está constituida desde el punto de vista psicológico por imágenes motoras y estas imágenes están construidas a base de la multitud de sensaciones y percepciones que acompañan a la ejecución de una acción externa determinada.

Ya analizaremos estas bases anatomofuncionales de la automatización de ciertos movimientos habituales adaptados a un fin determinado, función cerebral que denominamos praxia.

Los movimientos automáticos primarios o movimientos instintivos son hereditarios. Estas acciones instintivas están de tal modo enraizadas en la sabiduría ingénita de la especie que no necesitan de la corrección que suministra la experiencia para ser ejecutadas a la perfección -- casi al primer intento. GOMEZ BOSQUE y COL. (8)

#### Movimiento voluntario.

=====

La forma más complicada de actividad cinética muscular es el movimiento voluntario, lo que podríamos llamar acción o acto motor. En él, un estímulo da lugar a una -- respuesta o reacción, pero entre ambos hay un periodo de latencia, un periodo de meditación, de modo tal que la -- respuesta puede tener lugar en infinitas formas completamente diferentes.

Estas reacciones de tipo reflexivo o voluntario suponen una especie de drama psicobiológico que se realiza en las 3 dimensiones del querer, el conocer, y del actuar.

Querer o aspirar al logro de un desideratum.

Conocer el mundo que nos rodea y nuestra propia persona.

Actuar sobre los objetos y los seres que constituyen este mundo para lograr la satisfacción de los anhelos que mueven nuestra vida.

La voluntad o el querer es aquella actividad que culmina en la posesión (Stern) (20) consciente de un fin y en el complejo grupo de acciones psíquicas y somáticas que -- tienden a la realización de un fin propuesto.

El acto de voluntad está sostenido en todo momento -- por una fuerza impulsiva que se pone de manifiesto en el -- acto de decisión, estableciendo definitivamente la meta a conseguir y en la actitud resuelta, con la que acometemos la empresa que nos ha de llevar a lograr el objeto deseado. Con ello se logra la activación consciente del aparato locomotor y la puesta en marcha de las funciones psíquicas, con todo su aparato cognoscitivo, orientándose sobre las -- circunstancias del medio ambiente juzgando sobre la oportunidad o inoportunidad de realizar una acción determinada.

Si el sujeto se resuelve a actuar, pondrá en marcha -- su aparato psicofísico. Su pensamiento se orientará en una dirección determinada que se transmitirá a lo largo de estructuras nerviosas de carácter motor originando un movimiento de las palancas osteomusculares.

---

#### IV - CAPITULO

##### LA MOTILIDAD Y SU REGULACION: ORGANIZACION DEL MOVIMIENTO.-

En un intento de sistetizar la fisiología de los movimientos se puede ver que en el proceso del movimiento intervienen dos actividades fundamentales: una estática y -- otra cinética o dinámica.

Ambas actividades se desarrollan sobre el transfondo de un estado de tensión interna que el músculo posee y que denominamos tono muscular.

La motilidad activa está regulada por el sistema nervioso. La vida animal significa reacciones frente al mundo exterior. Vivir es sentir, es actuar y por ello sensibilidad y motilidad son las características esenciales de la vida.

Motilidad y sensibilidad son dos funciones esenciales del sistema nervioso y tan íntimamente relacionadas entre sí que constituyen una estrecha unidad biológica.

Dell (6) nos dice que, ningún acto motor puede ser -- comprendido o explicado si se descartan los estímulos aferentes que le condicionan y regulan en su ejecución.

Por medio del sistema nervioso, el individuo puede -- realizar varios tipos de acción que se distinguen entre sí por su mauor o menor grado de complejidad. Veamos cuales -- son estos tipos.

1) Actividad segmentaria (figura 2), cuyo substrato morfológico, es el arco conductor segmentario, constituido por una neurona sensitiva y otra motriz, articuladas en la sustancia gris de la médula espinal o del tronco del encéfalo llamado "centro".

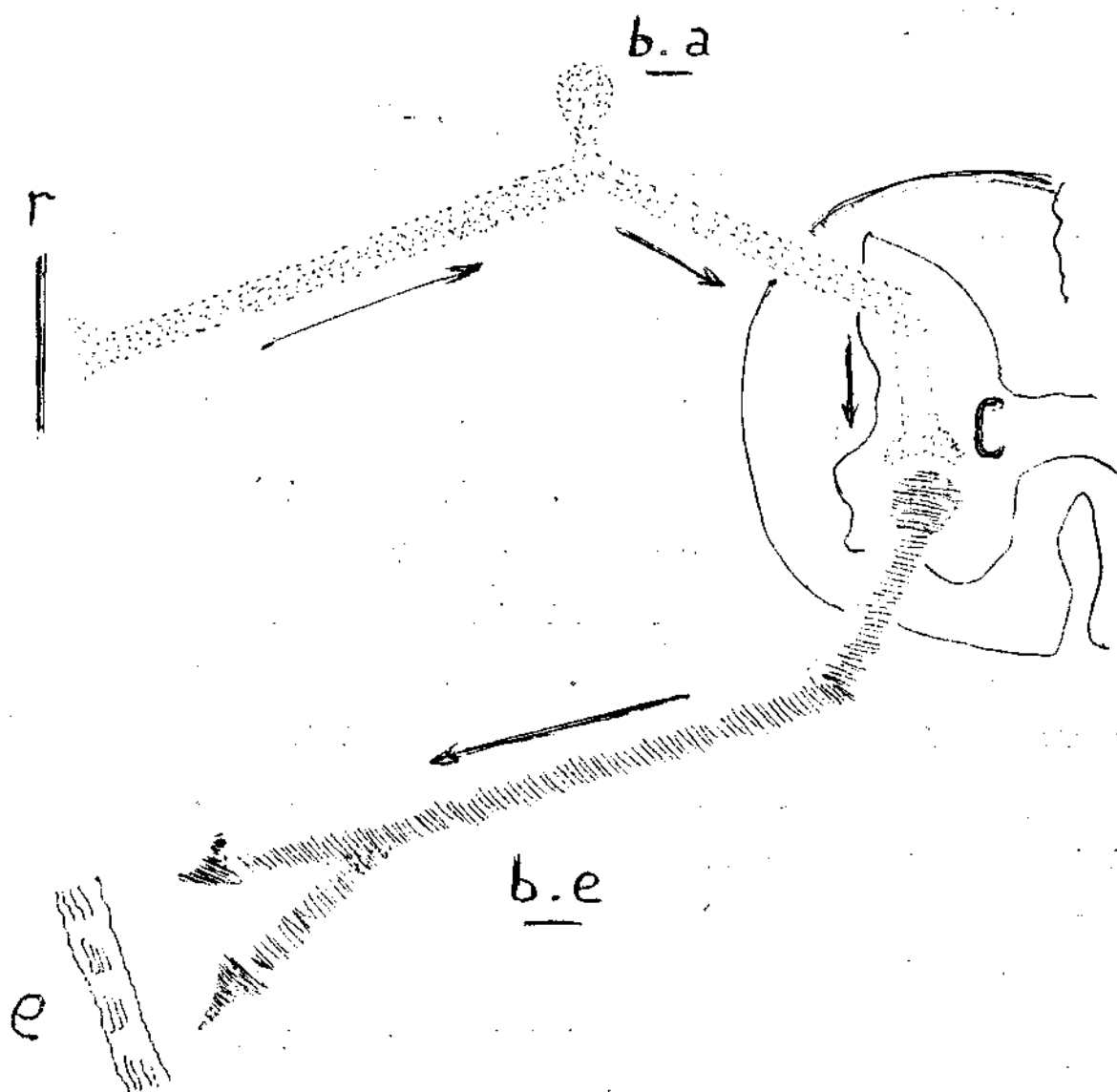


FIGURA 2.- Representación esquemática de las bases morfológicas de la actividad segmentaria.

El arco conductor segmentario que mantiene el tono muscular. Para conseguir una mayor claridad esquemática a sido suprimido el sistema eferente gamma y el huso neuromuscular.

El estiramiento del huso muscular es captado por el receptor (r, en este caso la terminación sensitiva anulo-espiral) y transformado en un impulso nervioso que alcanza la médula espinal siguiendo el brazo aferente (b.a, en este caso las fibras sensitivas que avanzan por un nervio y que entran en la médula por la raíz posterior de este mismo nervio). Una vez alcanzado el centro reflejo (C, en este caso la sustancia gris del segmento medular correspondiente), el impulso nervioso regresa a la periferia utilizando el brazo eferente (b.e en este caso está constituido por las motoneuronas asentadas en el asta anterior de la sustancia gris del mismo segmento medular; sus cilindroejes salen por las raíces anteriores de un nervio raquídeo y luego constituyen las fibras motoras de este nervio); en la periferia, el impulso nervioso hace impacto en el efector (e, la fibra muscular estriada) y produce la tracción tónica muscular.



Empieza por una terminación nerviosa sensitiva, el receptor, y termina en el órgano efectos (músculo) mediante una placa motriz.

Conviene recordar que segmento es una porción de la - médula de donde arranca un par de nervios raquídeos o espinales y que esta actividad segmentaria se realiza por in--termedio de un sólo segmento medular o de su equivalente - tronco encefálico; son respuestas siempre involuntarias y reflejas.

Precisamente el tono muscular como veremos después, - tiene como substrato morfológico el arco conductor segmen--tario.

2) Actividad intersegmentaria (Figura 3). Es una actividad que tiene a su servicio muchos segmentos medulares o troncoencefálicos integrados y correlacionados entre sí por -- neuronas internupciales.

La estructura de este arco conductor es por ello más complicada. Lo forma una neurona sensitiva otra motora y - la neurona internupcial.

La neurona sensitiva tiene su centro en un ganglio periférico que conecta con un receptor. Llega a la sustancia gris (médula o tronco del encéfalo) y establece sinapsis con una o varias neuronas internupciales, las cuales, se - articulan con neuronas motrices o efectoras de varios segmentos.

Esta disposición anatómica de las neuronas internup--ciales es la causa de que los impulsos nervioso aferentes que penetran por la raíz sensitiva de un sólo nervio se difunden por el S. N. en dirección longitudinal y transver--

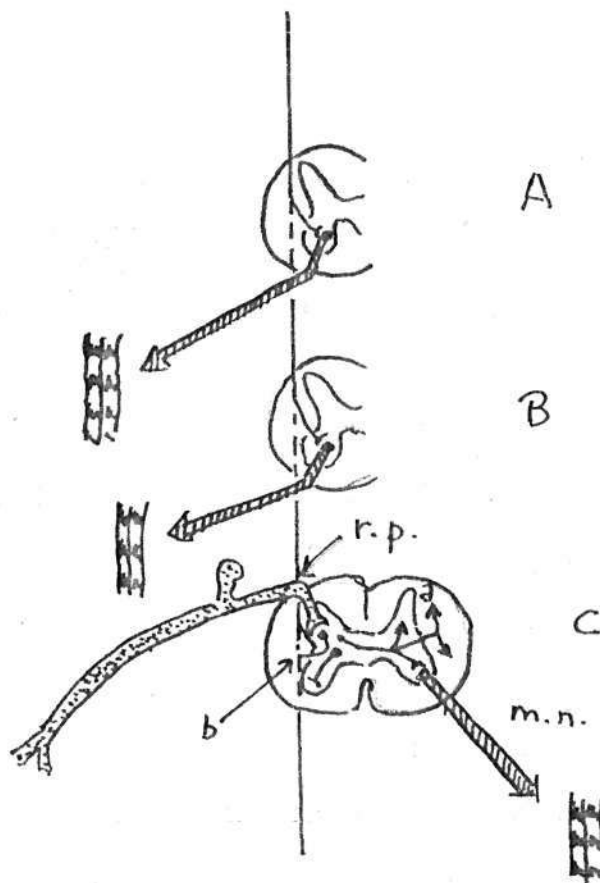


FIGURA 3.- Las bases morfológicas de la actividad intersegmentaria.

Esquema de un arco conductor intersegmentario.

A, B y C, tres segmentos medulares vistos en un corte transversal.

La corriente de información recogida en el receptor periférico entra en la médula espinal por la raíz posterior (r.p.) de uno o varios nervios raquídeos. Llegada a la médula, tal corriente de información pasa a las llamadas neuronas "intercalares" o "internunciales" (a y b); por medio de sus cilindroejes estas neuronas "difunden" el impulso nervioso a través de muchos segmentos medulares y además le transpasan a la mitad contralateral (véase el comportamiento de a). Los cilindroejes de las neuronas internunciales emiten numerosas colaterales; ellos mismos y sus colaterales terminan arborizándose en las motoneuronas (m.n.) del asta anterior de la sustancia gris, que son el origen de las raíces anteriores de los nervios raquídeos.

El impulso nervioso abandona la médula espinal y hace impacto en un gran número de músculos, tanto del mismo lado por donde penetró la información como del lado opuesto.

Dicho en otras palabras: las neuronas internunciales asocian una raíz posterior con muchas raíces anteriores pertenecientes a otros tantos segmentos medulares. Tal asociación es llamada también integración; por otra parte, las mismas neuronas internunciales coordinan la actividad de los segmentos integrados.

sal para salir por varios troncos nerviosos (del mismo lado y del lado opuesto) y producir de este modo, una acción relativamente compleja en la que participan muchos órganos efectores.

Los mecanismos intersegmentarios, son pues, plisinépticos y difunden la corriente nerviosa a un gran número de segmentos. Su capacidad integradora es mayor, aunque es también de naturaleza refleja pero siempre involuntaria.

Son en general, reacciones defensivas o de huida y constituyen un sin fin de reflejos a nivel medular como son:

Reflejo de flexión ipsilateral.

Reflejo de extensión cruzada.

Reacción de apoyo positiva.

Reflejo del rascado.

Reflejo de la marcha espinal.

Reflejos vegetativos etc.....

A nivel troncoencefálico podemos citar los variados Reflejos vestibulares.

Reflejos auditivos.

Reflejos visuales.

Responsables todos ellos de una gran parte de la actividad del sistema nervioso.

3) Actividad suprasegmentaria. Es un arco de mayor complejidad que los anteriores.

Posee un brazo aferente que se destaca de las diversas estaciones sinápticas de las vías sensitivas que se dirigen a los centros subcorticales de la vía extrapirami-

ramidal (cerebelo, núcleo rojo, cuerpo estriado), y un -- brazo eferente que hará impacto en los músculos, formando así cortocircuitos que pueden servir para desencadenar movimientos automatizados que acompañan a la ejecución de -- los movimientos voluntarios.

4) Actividad totalitaria o cortical. Llamada así porque -- sus reacciones afectan a toda la persona y por tanto a todo el cuerpo y porque una de las estructuras principales que intervienen en su acción es la corteza cerebral.

Sin embargo, en el concepto de sistema cortical hay que incluir una serie de núcleos diencefálicos y mesencefálicos que colaboran estrechamente con el manto cerebral formando con él una unidad funcional (tálamo, sistema reticular activados, hipotálamo).

La actividad voluntaria o reflexiva, la emocional y la conducta instintiva son actividades propias de este -- arco y comprometen todo el organismo somático y todo el -- complejo psíquico. (Figuras 4 y 5)

El brazo aferente de este arco totalizador, está representado por las vías paucisinápticas o canales de in--formación que alcanzan diferentes áreas corticales. Con -- este tren de impulsos, el cerebro actúa como un órgano de análisis, u órgano de conocimiento. Funciona como un órgano de elaboración de la información y a su vez, como producto de este análisis cognoscitivo, se transforma en un/ órgano de acción elaborador de órdenes motoras que somatizan nuestras reacciones voluntarias o reflexivas, impulsivas, instintivas o emocionales intentando satisfacer las/ condiciones motivadoras.

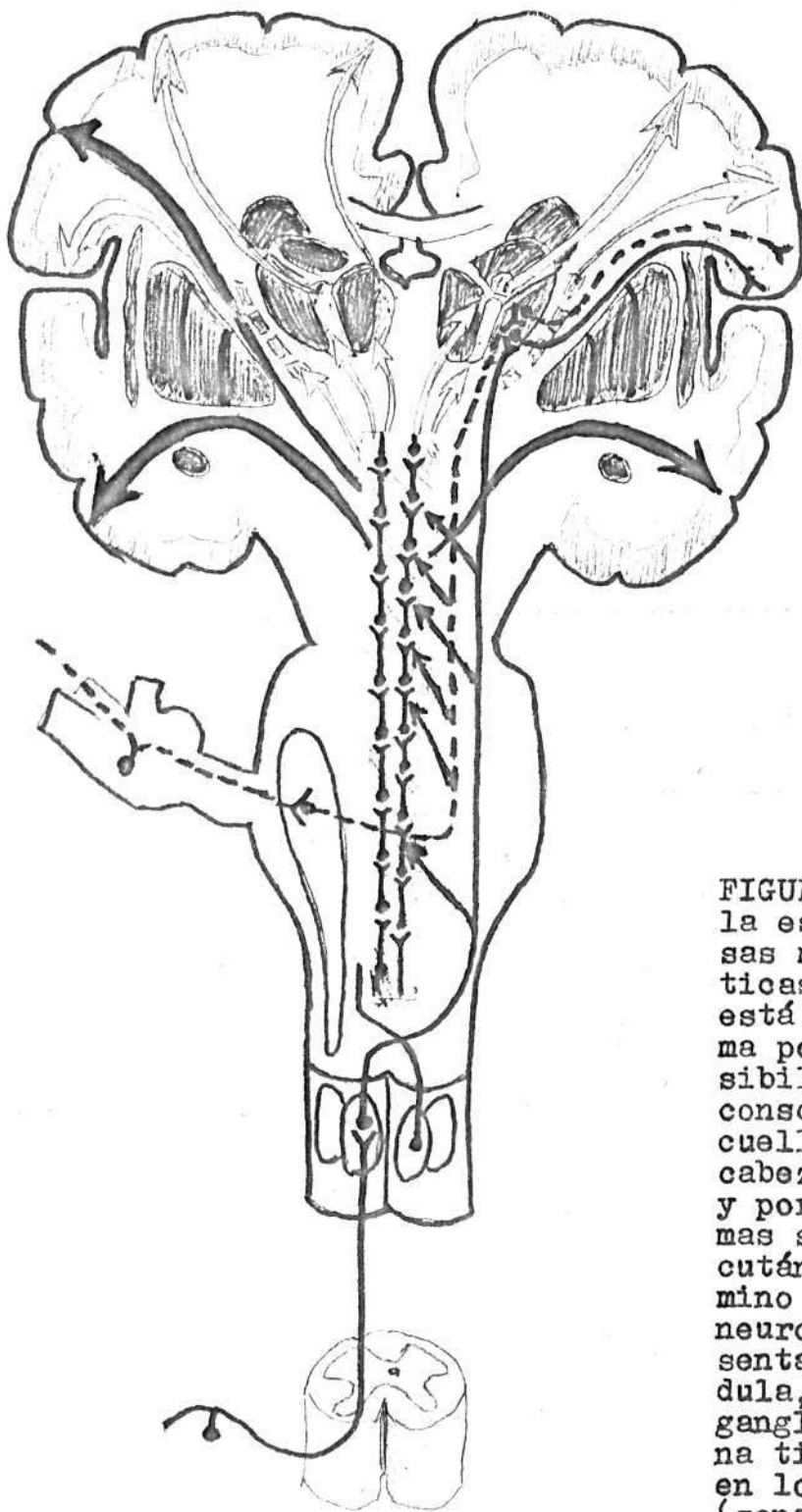


FIGURA 4.- Esquema que demuestra la estructura de las vías nerviosas multisinápticas y paucisinápticas. El sistema paucisináptico está representado en éste esquema por la vía que conduce la sensibilidad epicrítica y profunda consciente de miembros, tronco, cuello y parte posterior de la / cabeza (trazo negro fino continuo) y por la vía que conduce las mismas sensibilidades del territorio cutáneo mucoso del nervio trigémino (línea de puntos). La protoneurona de la primera vía representada a la izquierda de la médula, es la neurona monopolar del ganglio raquídeo. La deutoneurona tiene colocado su pericarión / en los nucleos de Goll y Burdach (zona sombreada del bulbo raquídeo). La tercera y última neurona

tiene el soma en el tálamo y envía su cilindroeje a la corteza cerebral. En la vía del trigémino, la protoneurona está situada en el / ganglio raquídeo, la deutoneurona en el nucleo en maza del trigémino (situado en el tronco del encefalo, a la izquierda del rectángulo / lleno de neuronas), y la tercera en tálamo lo mismo que la vía anterior. El sistema multisináptico está representado por el rectángulo lleno de neuronas que ocupa la parte central del esquema. Observe la llegada al mismo de colaterales que se desprenden de la vía paucisináptica. Del sistema multisináptico emergen dos clases de proyecciones ascendentes: unas que alcanzan directamente la corteza cerebral (flechas negras) y otras que llegan al tálamo (flechas blancas). A su vez, de los nucleos reticulares de éste (pequeñas zonas punteadas) / parten fibras (flechas punteadas) que alcanzan la corteza cerebral y constituyen en conjunto el denominado sistema talámico de proyección difusa. En el sistema multisináptico se distinguen dos porciones: la formación reticular del tronco del encéfalo (rectángulo lleno de neuronas) y el sistema centroencefálico de Penfield (nucleos reticulares del tálamo y conexiones con corteza cerebral y con formación reticular).



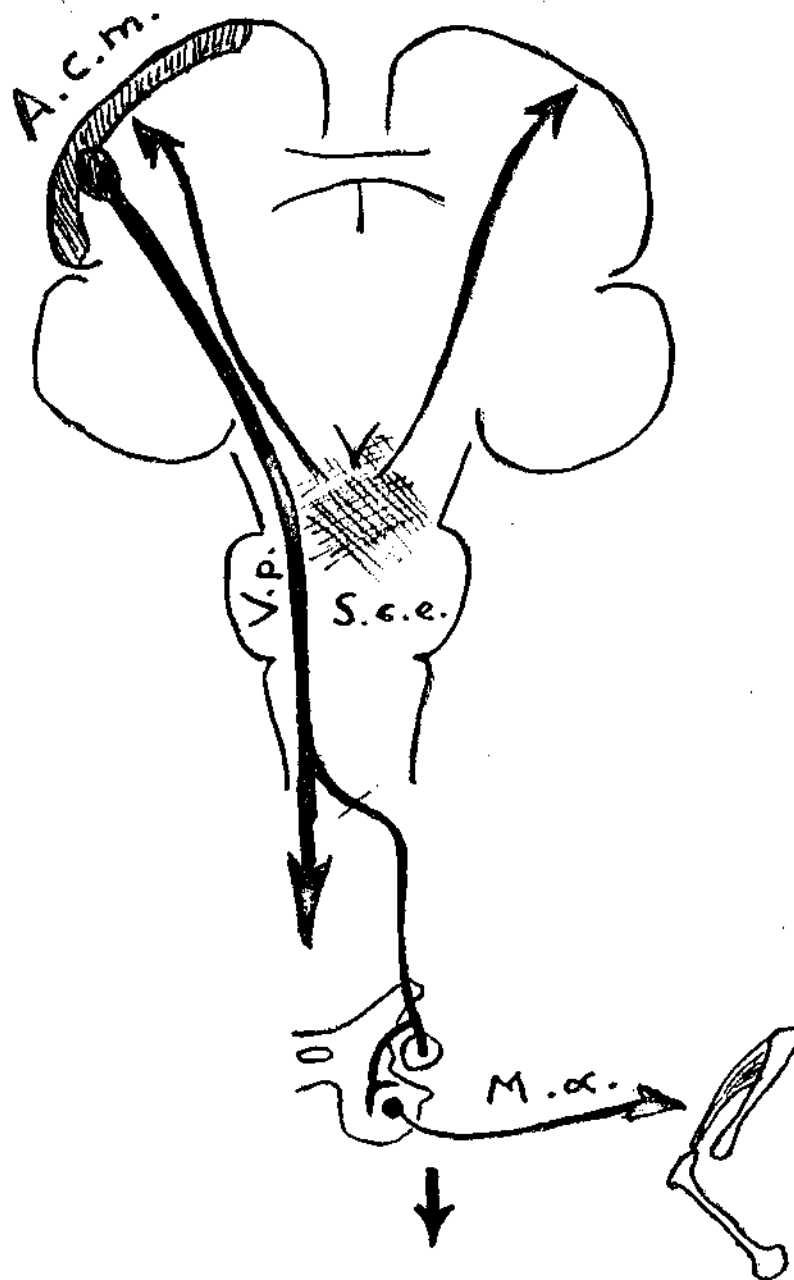


FIGURA 5.- Esquema simbólico del sistema motor que interviene en los actos "reflexivos" o "voluntarios".

El cerebro y el tronco encefálico están cortados según un plano frontal; fragmento posterior del corte; vista anterior.

La vivencia del "yo quiero" "produce" el incendio metabólico del sistema centro encefálico de Penfield (S.c.e.); desde aquí el tren de impulsos alcanza, por vías difusas, las áreas corticales motoras (A,c.m.). El impulso desciende luego por la vía piramidal (V.p.) y las motoneuronas alfa (M.a.) hasta llegar a los músculos. Debido al cruzamiento casi total de la vía piramidal, cada emisferio actúa preferentemente (!pero no exclusivamente!) sobre la mitad opuesta del cuerpo.

Por otro lado el cerebro es un órgano de control que contribuye a controlar la actividad de los ritmos bice---léctricos de la corteza cerebral y con ello el estado global de la conciencia y las oscilaciones del estado de ánimo.

Todas estas actividades totalizadoras se realizan sobre el transfondo de esa cualidad global de la psique que llamamos conciencia o vigilancia de Head (10).

Conciencia significa conocimiento de algo que ocurre en nuestro ambiente exterior o en nosotros mismos. Es un "hacerse cargo de la situación", es un darse cuenta, es un percatarse del mundo y de su propio ser. Es precisamente este darse cuenta lo que constituye la conciencia que luego se especifica en las tres funciones que hacen referencia al tiempo como son:

La función de presencia que constituye el presente temporal de la persona.

La función prospectiva referida al futuro temporal de la persona.

La función retrospectiva o mnésica referida al pasado temporal del hombre. HEIDEGGER (11).

Un aspecto interesante de la conciencia es la aten---ción o captación de uno o más estímulos de los varios que se están dando simultáneamente. La conciencia no ilumina por igual los diversos contenidos que surgen en su campo y oscila el fenómeno de la conciencia entre la vigilan---cia y el estado de sueño, en un ritmo biológico o ritmo -nictameral.

Queda así definida la conciencia como base fundamental para que el hombre realice sus actividades psíquicas, donde surge la atención, memoria, aprendizaje, lenguaje y las facultades más elevadas del hombre.

La vigilancia o conciencia, se caracteriza esencialmente por un estado ávido de captar lo que ocurre en el mundo que nos rodea y en nuestro propio ser y además nuestros músculos están en un estado de tensión tónica dispuestos a la acción exterior.

Dicho en otros términos, en este estado de conciencia vigilante, el cortex cerebral está en condiciones de mayor receptividad frente a las excitaciones que les llevan las vías paucisinápticas.

En la otra vertiente de este ritmo nictameral el hombre duerme, no sólo duerme con su conciencia, sino que ésta está en un estado especial de hipertrofia de la fantasía -- que constituye el fundamento de los ensueños.

El dormir es una necesidad natural que se puede restringir pero no suprimir.

Su reducción produce:

Falta de concentración durante el día.

Ansiedad.

Notables cambios de la personalidad.

Pánico.

Inestabilidad motriz etc... Tyler y Col (22), Wilkinson (23).

Existen formaciones anatómicas que regulan ese estado de conciencia existiendo:

Estructuras facilitadoras de la actitud vigil.

Estructuras inhibidoras o sistemas hipnógenos.

Entre las primeras tenemos:

El sistema reticular activador ascendente. (Figura 6)

Hemos dicho que en la actitud vigil los músculos están en estado de tensión tónica dispuestos a la acción exterior, que la corteza cerebral está energizada para captar lo que ocurre en el mundo que nos rodea y en su propio ser y que -- la conciencia no ilumina por igual todo el contenido que -- surge en su campo.

Por ello, las estructuras activadoras de la conciencia:

- Controlan el funcionamiento del arco del reflejo miotático.
- Seleccionan las aferencias del cortex para permitir el enfoque de la atención.
- Realiza una acción dinamógena sobre la corteza cerebral.

Sin embargo, debemos reflexionar entre actitud reflexiva y emocional.

La emoción, es una respuesta del individuo frente a -- aquellas situaciones que se oponen a favorecen en exceso el logro de los objetivos.

La diferencia entre actitud reflexiva y actitud emocional radica en esencia en la forma como el individuo reacciona. GOMEZ BOSQUE (8).

Así, en la actividad reflexiva el sujeto planea serenamente, inteligentemente aquellas acciones que le parecen -- mas adecuadas para la satisfacción de sus necesidades.

En cambio, en la actitud emocional la persona es como empujada a la realización de actividades psíquicas y somáticas.

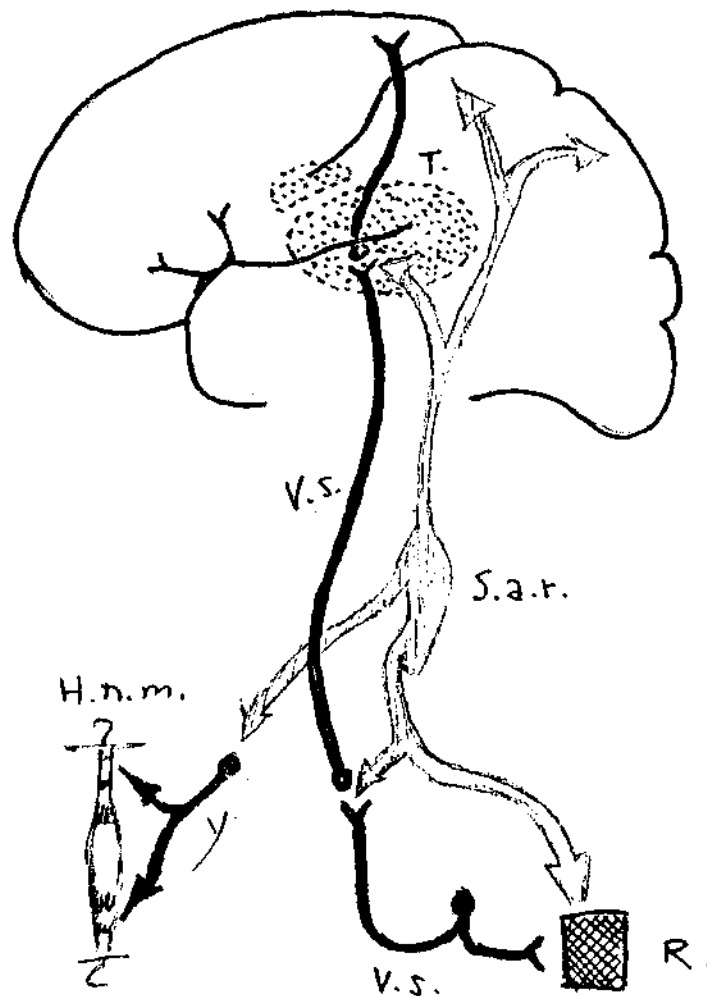


FIGURA 6.- Esquema de conjunto de las estructuras nerviosas activadoras de la conciencia.

En flechas rayadas está representado el sistema activador reticular (S.a.r.).

Como se ve tiene influjo sobre diversas estaciones de vías sensitivas (V.s.) y sobre las motoneuronas gamma que inervan el huso neuromuscular (H.n.m.).

R.= Receptor periférico.

T.= Tálamo óptico izquierdo visto por transparencia a través de la corteza cerebral.



cas que no siempre parecen tener un sentido claramente utilitario con respecto al logro de los objetivos deseados.

Cuando una persona, saca el máximo rendimiento a sus - dotes intelectuales actuará en forma reflexiva.

Pero si una persona, se siente deprimida al percatarse de su incapacidad intelectual entonces reaccionará emocionalmente.

En el primer caso parece evidente la adecuabilidad de su conducta. En el segundo caso no se alcanza a comprender que sentido finalista o utilitario puede tener su modo de actuar.

Por otro lado, existen importantes correlaciones entre el conocimiento y la emoción. Hemos dicho que las emociones surgen cuando el sujeto se percata de que algo marcha mal, o al contrario, de que la situación es favorable para sus aspiraciones fundamentales. Un sentimiento o un afecto pueden modificar el campo perceptivo y alterar la marcha normal -- del conocer desviándolo hacia el error, o la ilusión.

El brazo eferente o de descarga del arco totalizador - está constituido por las vías motrices, piramidal y extrapi ramidal.

Este brazo no tiene conexión directa con los músculos. Solamente el arco segmentario posee conexión directa con -- los efectores.

Veamos como se organiza el movimiento:  
Hemos dicho que para que el movimiento sea continuo o armonioso requiere un soporte "el tono muscular" que Hess(12) - designa con el término de motilidad ereismática.

El tono muscular (que estudiaremos en el próximo capi-

tulo) es definido como un estado de tensión activa permanente y variable, caracterizado por un consumo de O<sub>2</sub> extremadamente reducido.

El tono muscular se manifiesta de 3 formas:

El tono de reposo, en el cual la acción se realiza mediante la contención de las piezas óseas en las articulaciones, -- sobre todo en las más inmóviles. El tono juega aquí un papel de ligamento activo y viene a reforzar la acción de -- los ligamentos propios articulares. Este tipo de tono permite que los músculos puedan soportar contracciones bruscas e imprevistas.

El tono de posturas, que mantiene la postura del cuerpo (tono postural) teniendo como misión principal la de mantener el tronco en posición vertical. Entra en acción sobre todo contra la gravedad y asegura el mantenimiento de la postura o actitud corporal.

El cambio de posición de una parte cualquiera del organismo modifica el equilibrio de otras partes y en consecuencia exige el reajuste de las contracciones tónicas.

El tono de acompañamiento o sustentación, el cual confiere a los movimientos tanto voluntarios como automáticos su máxima eficiencia.

Este tipo de tono sostiene y fortalece la contracción muscular.

Actividad estática. La acción de la gravedad se opone abiertamente a nuestra bipedestación, tiende a flexionarnos -- hacia adelante debido a que el centro de gravedad de nuestro cuerpo está situado un poco por delante de la columna vertebral. El peso de nuestra cabeza, de nuestros brazos y

del tórax tiende a inclinar la cabeza hacia adelante, pero esta inclinación es contrarrestada por la acción tónica y clónica de nuestra musculatura.

No se conoce aún con exactitud la situación del centro de gravedad.

En general se sitúa a nivel de la 2ª vértebra sacra o sea a una distancia sobre el suelo del 56-57% de la altura total del cuerpo, un poco más cranealmente en los niños que en los adultos y en las mujeres un poco más caudalmente (el 55%) que en los hombres.

La línea de gravedad, (perpendicular elevada por este centro desde el suelo) pasa un poco por detrás (a unos 5 cm) de la línea transversal que une las articulaciones de las caderas. Suele coincidir con el eje vertical de la 3ª vértebra lumbar y se separa muy poco del centro del movimiento de las otras vértebras lumbares. Por el contrario, en las otras regiones del raquis, cervical y torácico pasa por delante de los cuerpos vertebrales. (Figura 7).

En el plano sagital no existe una concordancia perfecta entre línea de gravedad y centros de movimientos de los diferentes segmentos cinéticos vertebrales por varias razones que no vamos a precisar.

Sin embargo, las circunstancias son distintas en el plano frontal, manteniéndose el equilibrio en sentido lateral en bastantes mejores condiciones porque la línea de gravedad del tronco coincide con el centro de todas las articulaciones intervertebrales. A esta razón se debe el que el equilibrio se mantenga en el plano frontal sin necesidad de intervención muscular alguna.

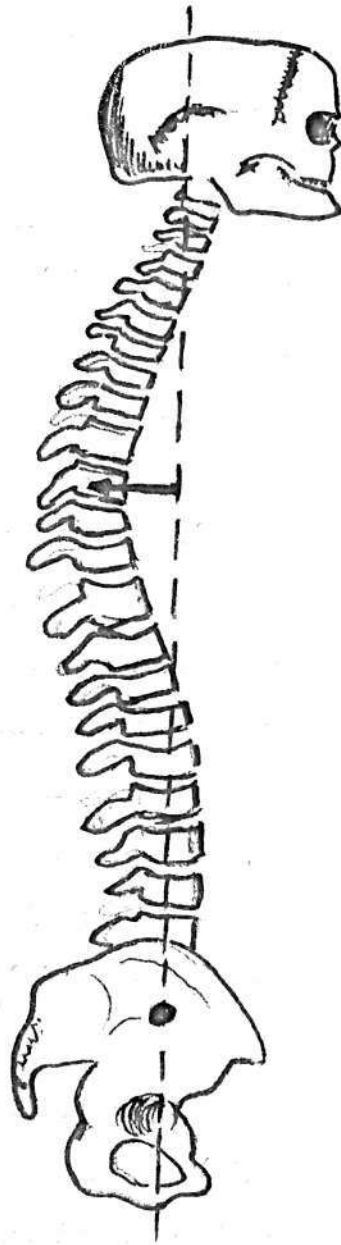


FIGURA 7.- Línea de gravedad del cuerpo. *Centro de gravedad -*

Por el contrario, el mantenimiento del equilibrio en el plano sagital requiere la existencia de contracciones musculares.

La aparición del promontorio en el raquis humano crea a la columna vertebral dificultades para el mantenimiento de su equilibrio estático-dinámico. (Figura 8)

Mientras permanecemos de pie, nuestros músculos están realizando constantemente contracciones tónicas para permitirnos mantener nuestro equilibrio.

Las oscilaciones incesantes del hombre inmóvil son los signos exteriores de las pericias de esa lucha contra la gravedad, que no deja ningún reposo al hombre bípedo aún estando en la posición llamada normal y bien equilibrada (posición de equilibrio).

Según Pérez Casas (17), normalmente mantenemos el equilibrio por las contracciones tónicas, no siendo necesarias contracciones cinéticas porque el momento de la fuerza de gravedad, es relativamente pequeño. Cuando el tono es insuficiente para mantener el equilibrio, se ponen en marcha las contracciones cinéticas, contracciones que conducen muy pronto a la fatiga muscular.

Durante el movimiento, el centro de gravedad del cuerpo se desplaza siguiendo una línea sinusoidal, necesitando contracciones cinéticas que rectifiquen la trayectoria sinusoidal de la marcha y resulte de ello una traslación lineal del cuerpo.

El juego oscilante de ciertos músculos tiene que tener realidad para reafirmar las condiciones de equilibrio necesarias para el cuerpo humano.

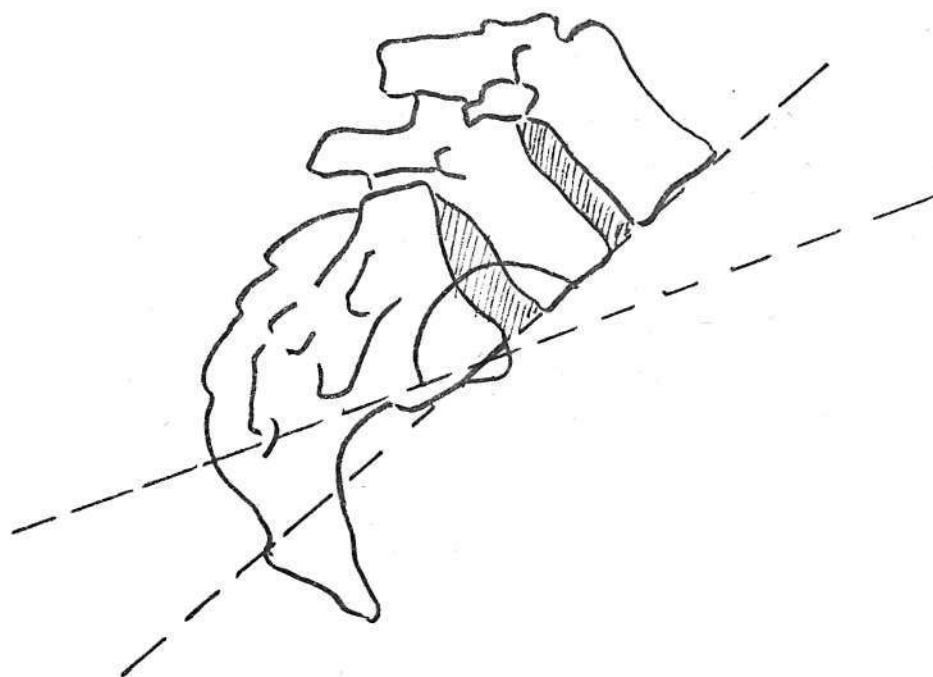


FIGURA 8.- Angulo del promontorio.

Un perfecto mecanismo nervioso (sistema de la equili-  
bración) nos permite constantemente el reajuste de las con-  
tracciones postulares y cinéticas de la musculatura que es  
la principal mantenedora del equilibrio.

La actividad estática se manifiesta mediante variacio-  
nes tónicas, o contracciones isométricas de la musculatura  
(que también están al servicio de la postura) y que se opo-  
nen a la fuerza externa de la (gravedad.....) con lo que  
busca el equilibrio y consigue sobre todo la posición en -  
el espacio. El tono, variable según las circunstancias, es  
el que condiciona fundamentalmente las relaciones recipro-  
cas de las diferentes partes del esqueleto que exige la es-  
tática y el equilibrio.

Lo que generalmente caracteriza la contracción estáti-  
ca es la tendencia a conseguir el equilibrio, trátase de -  
mantener la actitud o postura de un segmento o de todo el  
cuerpo.

En el hombre, el ortostatismo necesita la interven---  
ción de un grupo muscular, extremadamente numeroso y per---  
fectamente coordinado que asegura la rigidez de la columna  
vertebral, de las extremidades inferiores y fija el centro  
de gravedad en la posición correspondiente.

Además de los músculos que impiden la inclinación del  
cuerpo hacia adelante, interviene también grupos muscula---  
res que se oponen a las flexiones de las extremidades infe-  
riores.

De este modo en la consecución de la postura entran -  
en acción casi la totalidad de los músculos esqueléticos.



El tono varía de un momento a otro según las actitudes.

La actividad muscular estática se concatena permanentemente con la actividad dinámica, pues todo movimiento -- parte de una postura y logra otra. Dicho en otras palabras, los mecanismos posturales y estáticos intervienen permanentemente en la estabilización y regulación de los movimientos, en suma, éstos se realizan bajo el trasfondo de la actividad estática y postural.

---

## V - CAPITULO

### BASES ANATOMICAS DEL TONO MUSCULAR: MECANISMOS DE CONTROL.-

El tono es una cualidad biológica que sólo se atenúa durante el sueño, teniendo una gran importancia para las funciones del aparato locomotor, ya que, al fijar las articulaciones y darles cierto grado de rigidez, es el principal factor que interviene en la creación de las posturas características de los miembros y del tronco en actitud de reposo.

Todos los movimientos fásicos o clónicos se realizan siempre sobre el transfondo de una postura determinada y a partir de cierto grado de contracción estática de los músculos.

De aquí la gran importancia del tono para la buena ejecución y el normal funcionamiento de las actividades locomotoras.

El tono es una actividad en la que interviene de una manera decisiva el sistema nervioso central y está determinado por un arco conductor segmentario, bineuronal y monosináptico. (Figura 2)

Por su parte, otros mecanismos nerviosos intervienen en el control del tono muscular.

Veamos:

Todo arco conductor comienza en la periferia por un receptor, que en este caso está constituido por un huso neuromuscular de Kuhne. (Figura 9)

Este está formado por fibras musculares envueltas por

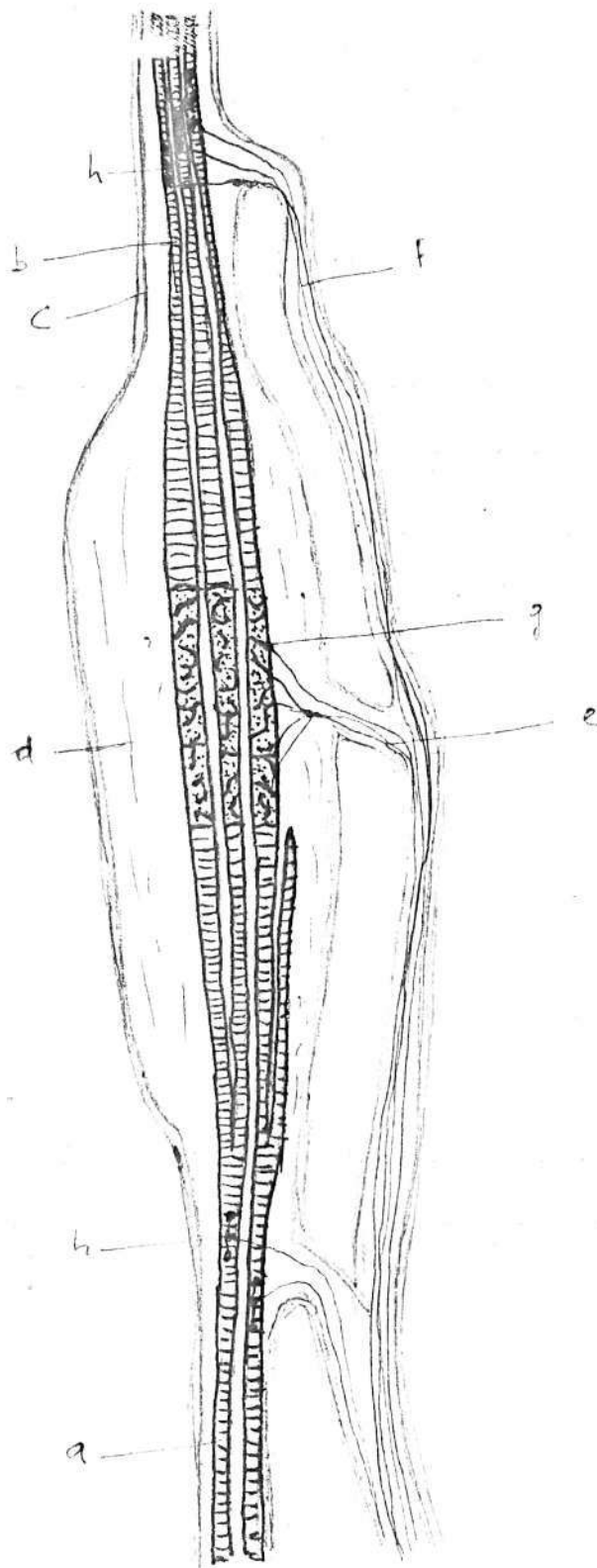


FIGURA 9.- Esquema de un huso muscular.

a, extremo proximal (muscular) del huso con pocas fibras musculares; b, extremo distal (tendinoso) del huso con numerosas fibras musculares; c, envoltura de tejido conjuntivo; d, laminillas de tejido / conjuntivo en el interior del huso; e, nervio sensitivo; f, nervio motor; g, terminación sensitiva epilemal en forma de aparato espiral h, placas terminales motoras hipolemales.

una vaina de tejido conjuntivo. Cada fibra intrufusal tiene una porción no contráctil rica en sarcoplasma y dos extremos que ofrecen una estructura parecida a la fibra muscular corriente y por tanto son contráctiles.

Esta particularidad anatómica hace que la porción central del huso esté sometida a una distensión continua más o menos pronunciada dado que la contracción de ambas porciones periféricas recae sobre la parte central ejerciendo sobre ella una tracción que tiende a alargarla.

Sobre el segmento medio de la fibra intrafusar hay -- unas terminaciones nerviosas de trayecto espiral (terminaciones anuloespinales) que se continúan con cilindroejes -- muy gruesos, de conducción muy rápida o fibras I a, que -- parten de la neurona receptora situada en los ganglios nerviosos, la cual sinapta con las motoneuronas estriadas atónicas. Los cilindroejes de éstas forman el brazo eferente terminando en el músculo por placas motoras. (Figura 10)

La distensión de la porción central del huso producida por la contracción de los segmentos periféricos, a consecuencia de su excitación por las neuronas gamma, es el estímulo que va a excitar las terminaciones anuloespirales. Este estímulo se transforma en un tren de impulsos que discurren a gran velocidad para descargarse sobre las placas motoras a través de las neuronas tónicas. Bajo el efecto de tal descarga se produce el tono.

#### Los mecanismos de control del tono:

El tono muscular está sometido a la acción reguladora de un complejo grupo de estructuras nerviosas.

Entre las más elementales tenemos:

Las motoneuronas gamma.

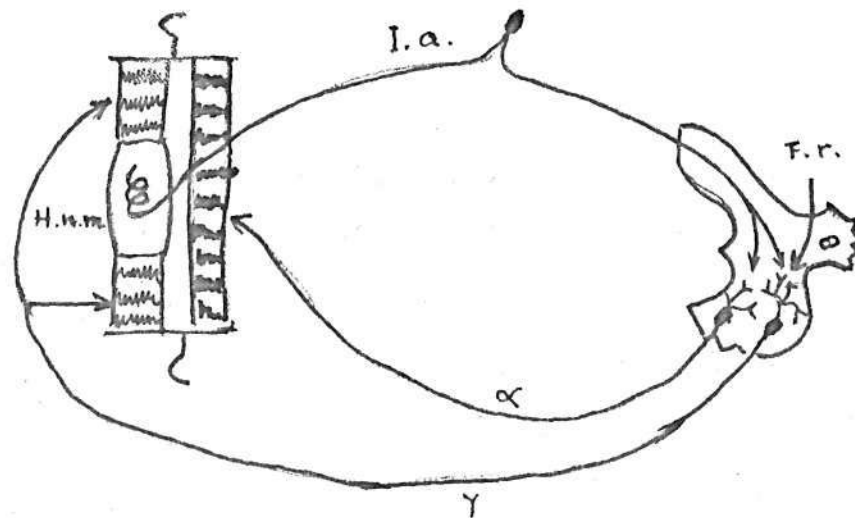


FIGURA 10.- Esquema de la localización de las estructuras nerviosas periféricas que controlan el tono muscular.

H.n.m. = uso neuromuscular.

Los impulsos nacidos en la porción central del huso son recogidos por fibras nerviosas (I.a.), y transmitidas a las motoneuronas alfa tónicas ( $\alpha$ ). De este modo se produce la contracción tónica del músculo.

El sistema gamma ( $\gamma$ ), es un feed-back que modula la actividad del huso y controla el reflejo miotático.

F.r. = formación reticular.

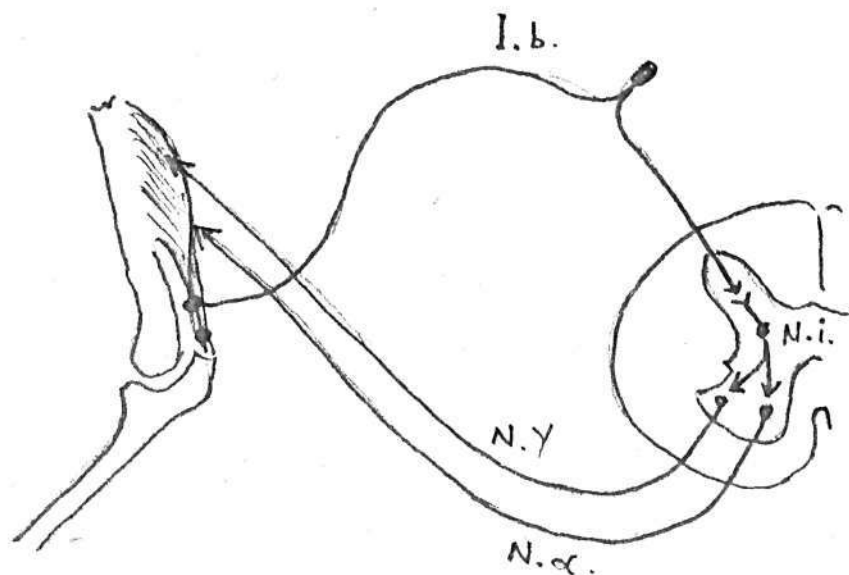


FIGURA 11.- Esquema cibernético del control de la contracción muscular producido por las terminaciones nerviosas de los tendones.

N.i. = Neuronas internunciales.

N.γ = Neuronas gamma.

N.α = Neuronas alfa.

### El reflejo miotático invertido.

Las motoneuronas gamma asientan en el asta anterior - de la Medula Espinal y sobre ellas recaen también los impulsos de las fibras I a que se originan en las terminaciones anuloespirales de los husos de Kuhne y que también suministran estímulos a las neuronas alfa tónicas.

Las motoneuronas gamma terminan en las porciones contráctiles del huso formando con el arco segmentario un ri-zo periférico o sistema de autocontrol, llamado en cibernética feed-back (circuito de retroalimentación).

Gracias a ella las neuronas gamma se informan de la intensidad y frecuencia de los trenes de impulsos que circulan por las fibras I a. Tan pronto como este tren tiende a desviarse, modifica convenientemente la distensión de la porción central del huso.

Si el tren de impulsos disminuye reavivan el generador de impulsos aumentando la distensión de la porción central del huso.

Si el tren de impulsos es excesivo los eferentes gamma disminuyen su actividad relajando la porción contráctil del huso, cediendo la tensión la porción central del mismo.

### Reflejo miotático invertido. (Figura 11)

Los receptores tendinosos de Golgi recogen la tensión desarrollada por el vientre muscular. Por fibras IB alcanzan los centros, se articulan con neuronas intercalares y establecen sinapsis con las motoneuronas alfa y gamma.

El sentido funcional de este sistema se basa en que - la contracción enérgica y sostenida del vientre muscular - bajo el efecto de la estimulación alfa puede desgarrar al

tendón y estos receptores envían mensajes que impiden la actividad fásica del músculo provocando también la inhibición de la actividad tónica de éste cuando sobre el actúa como antagonista en un movimiento determinado.

Entre otras estructuras que modulan el tono muscular podemos considerar: (Figura 12)

Sector ventral de la F.R.: inhibidor del tono a través de las neuronas gamma.

Sector dorsal de la F.R.: excitador del tono a través de las neuronas gamma.

Area receptiva vestibular y cerebelo, que aumenta la actividad gamma y refuerza el tono.

La corteza cerebral.(áreas supresoras) que inhiben el tono.

La vía piramidal, que refuerza el tono.

La vía extrapiramidal, (putamen y el nucleo caudado) que actúan disminuyendo el efecto hipertonzante del globus pallidus.

Hace poco hemos dicho, que en el mantenimiento de las actitudes corporales o posturas el adecuado equilibrio del cuerpo contra la acción de la gravedad y contra otras fuerzas externas, exige la participación coordinada de un gran número de mecanismos nerviosos, la mayor parte de naturaleza refleja polisegmentaria, y suprasegmentaria.

El cuerpo del hombre está en equilibrio inestable en estado de reposo y con más intensidad durante la marcha -- porque durante ésta, se pierde y recupera constantemente -- el equilibrio como resultado del movimiento de las piernas.

En el mantenimiento de la postura erguida, en reposo intervienen una serie de reflejos llamados reflejos tónicos--

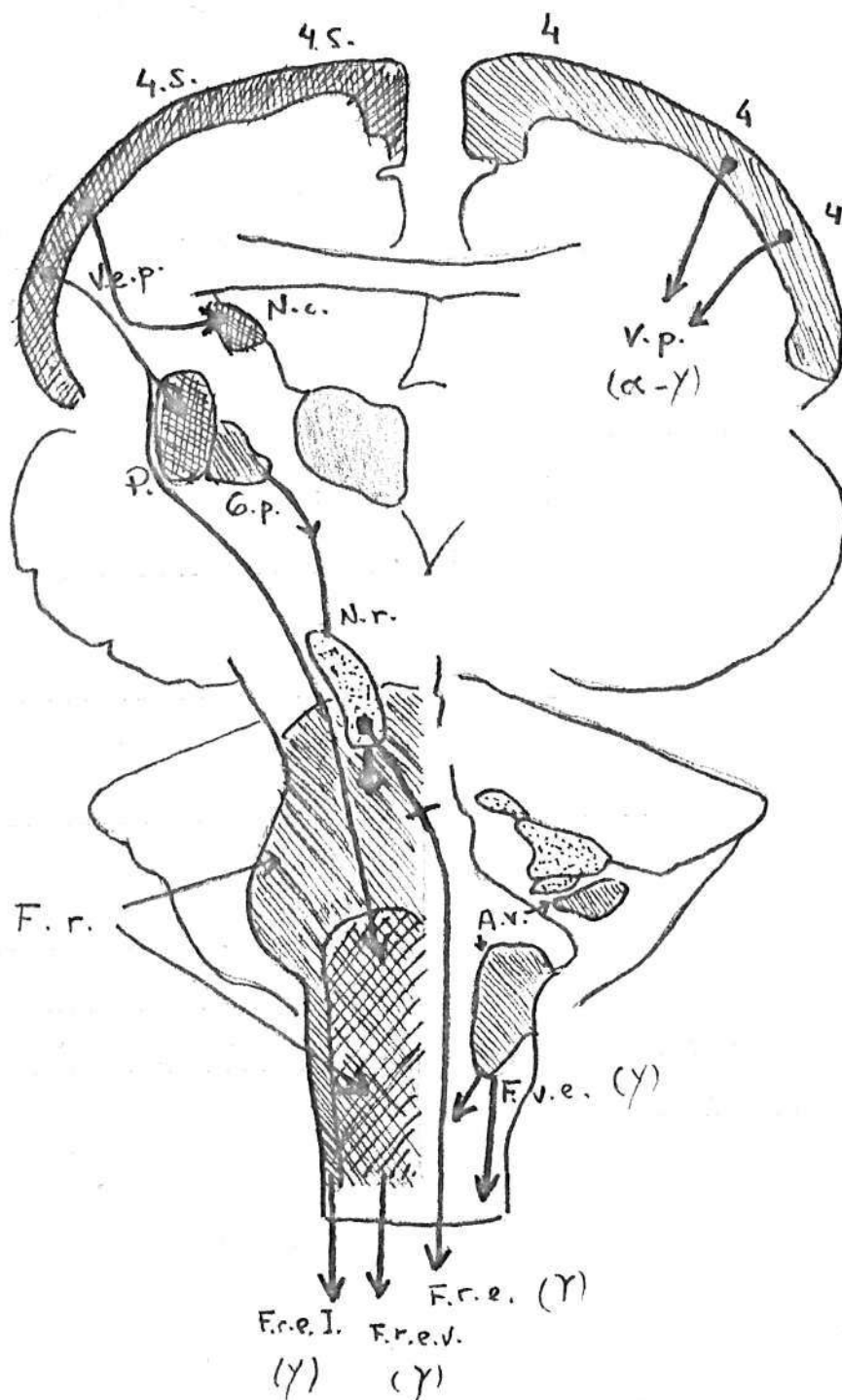


FIGURA 12.- Diagrama de las estructuras excitadoras (rayadas), e inhibitoras (a cuadros), asentadas en el cerebro y / en el tronco encefálico.

El efecto de estas estructuras puede recaer sobre las motoneuronas alfa o gamma.

V.p.= Vía piramidal ( $\alpha$ - $\gamma$ )

V.e.p.= Vía extrapiramidal.

N.c.= Nucleo caudado ( $\gamma$ )

P.= Putamen ( $\gamma$ )

G.p.= Globus pallidus ( $\gamma$ )

N.r.= Nucleo rojo ( $\gamma$ )

F.r.= Formación reticular.

F.r.e.l.= Fascículo reticuloespinal lateral ( $\gamma$ )

F.r.e.v.= Fascículo reticuloespinal ventral ( $\gamma$ )

A.v.= Área vestibular

F.v.e.= Fascículo vestibulo-espinal ( $\gamma$ )



cos de actitud o estáticos de actitud o reflejos de sostén, responsables de la actividad estática, como son:

El tono muscular ya estudiado.

La reacción de apoyo positiva.

Reflejos cruzados de extensión.

Reflejos tónicos cervicales.

Arquicerebelo.

Información visual.

Información táctil.

En cambio, la recuperación del equilibrio cuando el -- cuerpo se encuentra en una posición anómala (actuación de -- una fuerza exterior) exige la intervención de otros refle-- jos denominados de enderezamientos. Como son:

Reflejos laberínticos de enderezamiento.

Reflejos ópticos de enderezamiento.

Reflejos de enderezamiento del cuello actuando sobre -- el cuerpo.

Reflejo de enderezamiento del cuerpo que actúa sobre -- la cabeza.

Reflejo de enderezamiento del cuerpo que actúa sobre -- el cuerpo.

Por último, cuando el cuerpo se ve rápidamente despla-- zado de su posición de equilibrio estático entran en juego reflejos denominados estático-cinéticos ó estático-dinámi-- cos.

Estos reflejos entran en acción cuando el cuerpo es ra pidamente desplazado de su posición de equilibrio estático, como por ejemplo cuando se producen modificaciones en la ve

locidad de un movimiento determinado, es decir, por aceleraciones positivas o negativas, lineales ó angulares.

En estas circunstancias se producen contracciones apropiadas en diversos grupos musculares, que tratan de vencer los efectos desarrollados por aquellas fuerzas.

Sobre este transfondo postural se instaura la actividad dinámica intencional.

Debemos recordar que para desplazar cualquier segmento del cuerpo o del organismo en su totalidad, es necesario poner en actividad a un gran número de grupos musculares de variada acción.

De hecho, el movimiento es expresión de una sinérgia - de la acción muscular conducente a una asociación diversa y complicada en la que los antagonistas juegan un papel importante.

---

## VI - CAPITULO

### BASES ANATOMICAS DE LAS CONDUCTAS REFLEXIVAS.-

Veamos el sentido biológico de la motilidad voluntaria y de los movimientos automáticos.

Entendemos por motilidad voluntaria el conjunto de acciones desarrolladas por el sujeto utilizando las palancas osteomusculares y destinadas a modificar el medio ambiente con objeto de satisfacer sus necesidades.

En la vertiente psíquica la acción exterior comienza con la vivencia de "yo quiero hacer tal o cual cosa", resultante de un complejo acto cognoscitivo, dado que el individuo, se decide a ejecutar actos externos que han de redundar en la satisfacción de sus necesidades. Pero para que la persona pueda actuar adecuadamente con respecto a los objetivos trazados por la voluntad es preciso que conozca la situación general de las circunstancias externas y el estado de sus necesidades y de su propio organismo; es el drama -- del querer, conocer y actuar adecuadamente.

El conocimiento implica una serie de operaciones elementales que posibilitan el acto de conocer como son la:

Función de presencia, en virtud de la cual el sujeto entra en contacto con los objetos del perimundo.

Función imaginante.

Función judicativa, que constituye el núcleo central del ac

to cognoscitivo.

Todas estas funciones se realizan en el presente pero el hombre es un ser que rebasa el instante actual tanto en dirección al pasado como en dirección hacia el futuro; de ahí que esté dotado de la capacidad mnésica o memoria y de la capacidad de prospección.

El hombre es capaz de prever lo que puede acontecerle, en suma, es capaz de prever el futuro y prospectar los actos.

Pero aparte de esta dimensión prospectiva, la persona puede retener y guardar en sí misma todo lo que acontece a lo largo de su vida.

La función mnésica o memoria es la retención de las vivencias personales pasadas y su reactivación o evocación en el momento presente.

Las imágenes y los conceptos quedan almacenados en el fondo inconsciente del alma y gracias a ello, nuestra experiencia aumenta con el tiempo y sobre todo, no tenemos necesidad de comenzar siempre de nuevo en nuestras operaciones cognoscitivas.

La función de prospección es la capacidad de adelantarse al instante actual; es una especie de fantasía consciente que cristaliza en imágenes y conceptos y que gracias a ella el hombre es capaz de anticipar en representaciones la realidad sin haberla vivenciado sensorialmente y sin proyectar en el futuro sus experiencias precedentes.

No puede negarse que en la búsqueda consciente de un objeto determinado, ausente del campo de la conciencia, su imágen familiar se adelanta como una sombra y nos ayuda a conocer o reconocer en un signo sensible aquello por lo -- que suspiramos.

Todas estas funciones elementales aludidas se dan cita para posibilitar la compleja función perceptiva. La percepción es un verdadero resumen funcional de las operaciones cognoscitivas elementales.

La percepción sensible es aquella actividad del concimiento por medio de la cual nos percatamos de la presencia material de las cosas.

Percibir es sentir y también reconocer, acordarse. Toda percepción es el encuentro de la presenciación de un objeto real o ideal (intuición sensible) y de un contenido mnésico.

La función presentativa o intuición sensible o sensar capta las cualidades elementales de los objetos, y los fenómenos del mundo material cuando éstos actúan directamente sobre los órganos de los sentidos.

Sin embargo, la representación es una imágen sintética de las diversas cualidades sensibles que constituyen los objetos. Es una síntesis intersensorial que ayuda a -- completar el inevitable carácter fragmentario de la función presentativa.

La representación nos ayuda a la identificación se---

cundaria de los objetos.

La representación de los objetos conocidos se forma paulatinamente, a lo largo de nuestros contactos pasados - con ellos y se almacena en los transfondos de la memoria - en espera de su reactualización en el momento perceptivo. Su actualización y su encuentro con el dato intuitivo es en el fondo, un juicio relámpago que establece la identidad - entre la materia bruta de la sensación y el esquema general o la imagen contenida en ella.

La percepción no siempre es un fenómeno pasivo que - se pone en marcha por el contacto fortuito con los objetos del mundo exterior.

Muchas veces somos nosotros mismos los que buscamos afanosamente algo que por el momento está ausente.

En estos casos la representación de lo que buscamos se adelanta al presente y anticipándonos a lo venidero nos guía en el descubrimiento de lo que anhelamos percibir.

La percepción se carga así de una importante función prospectiva o profética y con ello se manifiesta como instrumento de la fantasía.

A parte de esto, gracias a la imaginación y a la capacidad de formar conceptos (función judicativa) la conciencia puede desvincularse de la servidumbre que supone - la presencia directa de las cosas y referirse a objetos -- aunque no están presentes a ella, gracias a esa actividad

que llamamos Pensar.

El pensamiento se reviste de símbolos verbales. Las imágenes y los conceptos se transforman en voces interiorizadas.

Todo este conocimiento perceptivo tiene como base -- las vías de información o vías sensitivas y sensoriales -- (vía somestésica, auditiva, vestibular, óptica etc...). (Figura 13)

La llegada de impulsos a las áreas corticales primarias coincide con la diferenciación de las cualidades elementales, con esa función indispensable pero no suficiente de la percepción que hemos llamado función presentativa o sensor.

La llegada por otro lado, de los impulsos nerviosos a las áreas corticales asociativas o secundarias son el -- fundamento del reconocimiento del material ofrecido por -- los sentidos y gracias a ella se llega a una compleja función psíquica, a una gnosia sensorial (áreas gnósticas).

En síntesis, el área receptora primaria coincide con el fenómeno psíquico elemental de la sensación (función -- presentativa).

Las áreas receptoras secundarias o gnósticas, producen el fenómeno de la interpretación de las sensaciones para dar origen al complejo acto perceptivo que es una síntesis de lo que sentimos en un momento determinado con lo -- que ya sabemos con nuestra experiencia pasada.

Una particularidad muy importante en el funcionamiento

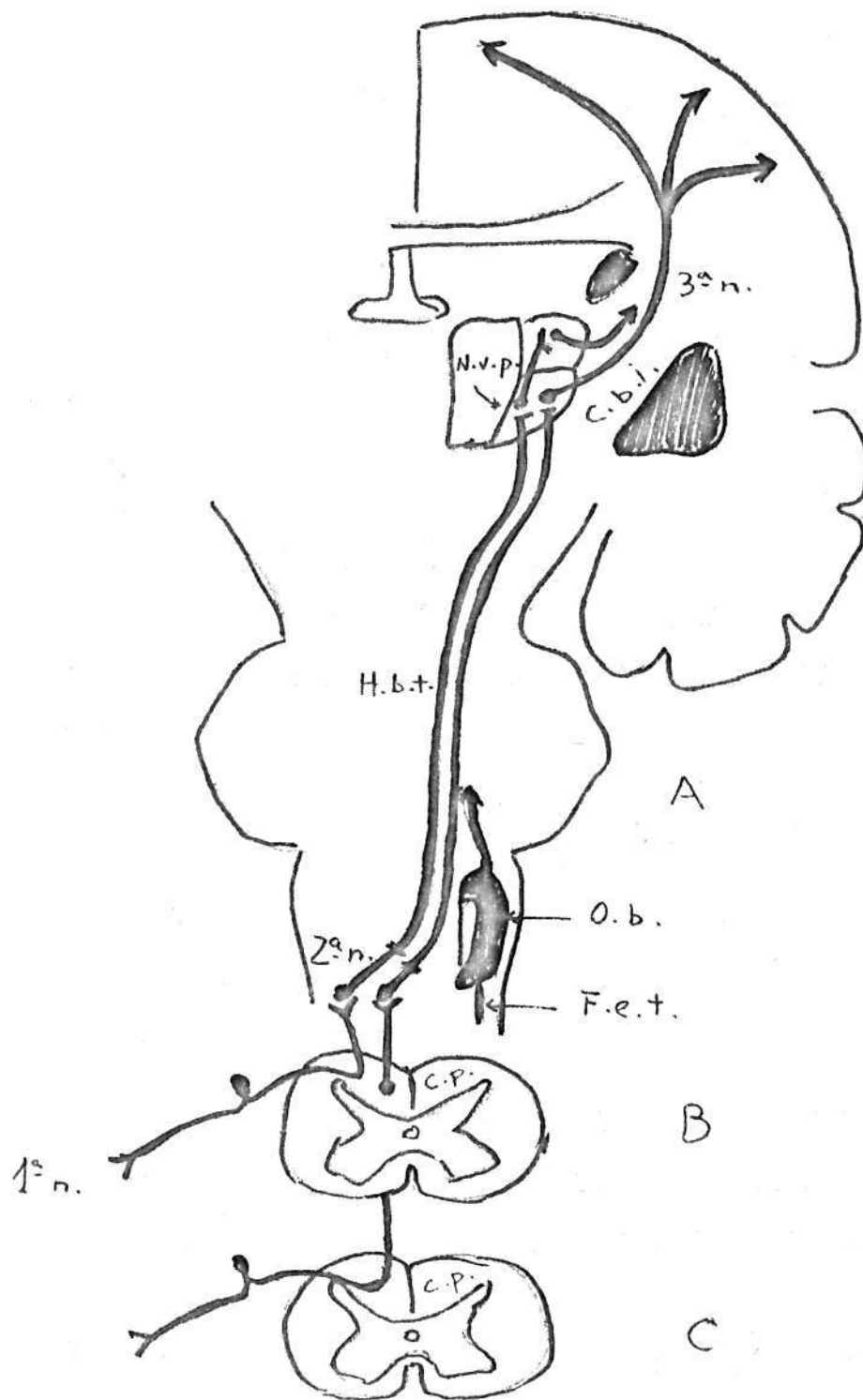


FIGURA 13.- La vía somatoestésica epicrítica.

A.- Corte frontal del cerebro y del tronco encefálico.

B y C.- Cortes horizontales de la médula espinal que pasan por dos segmentos medulares.

C.p.= Cordón posterior de la médula espinal.

C.b.i.= Cápsula blanca interna (brazo posterior).

3ª.n.= Tercera neurona.

N.v.p.= Núcleo ventral posterior del tálamo.

O.b.= Oliua bulbar.

F.e.t.= Fascículo espinotalámico.

H.b.t.= Haz bulbotalámico.

1ª.n.= Primera neurona.

2ª.n.= Segunda neurona.



to de las áreas gnósticas es el de la dominancia cerebral de un hemisferio con respecto al otro.

En los sujetos dextros dominan las áreas gnósticas izquierdas con respecto a las derechas y sobre ellas recae la función de elaboración perceptiva de la información.

El fenómeno de la dominancia cerebral tiene como condición imprescindible la transferencia de la información - primaria de un hemisferio a otro a través de las formaciones comisurales que unen ambas mitades del cerebro.

Hay un área gnóstica común (sobre todo del cerebro dominante) que integra todo el campo perceptivo y merced a ella es capaz de establecer una auténtica relación cognoscitiva con el mundo de objetos que le rodean y con su propio cuerpo.

La imagen de nuestro cuerpo es el resultado de la reunión de las informaciones recogidas en diversos puntos; así el tacto nos permite darnos cuenta de su forma y de su consistencia; los impulsos propioceptivos nos informan sobre nuestra posición en el espacio y sobre nuestra actividad; la vista nos enseña y nos permite acostumbrarnos a él; la audición sensible de nuestra voz y de los ruidos que -- provocamos. Todas estas informaciones suministradas por -- los órganos de los sentidos nos permite diferenciar lo que no es propiamente nuestro.

Por ello el área 40/39 (área gnóstica común) está situada en los confines de las áreas de la sensibilidad --

táctil (áreas parietales) de la audición (áreas temporales) y de la visión (áreas occipitales). (Figura 14)

Es el área 39 donde reside la idea o imagen tridimensional que cada uno tiene de sí mismo, o sea la manera de presentarse nuestro propio cuerpo ante nosotros mismos (P. Casas) (18), todo ello, fruto de la integración de una serie de sensaciones procedentes de ciertos lugares. El área 39 edifica la imagen de nuestro cuerpo y tenemos así - noción de la existencia de nuestro cuerpo en su totalidad (esquema corporal).

Todos los órganos del cuerpo poseen receptores y - éstos envían mensajes hacia la corteza del cerebro utilizando los diversos canales de información sensitiva y sensorial.

Estos mensajes originados en los receptores informan acerca del estado del medio exterior, de lo que sucede en el perimundo. De ello, y como síntesis de este acto cognoscitivo la corteza emite una serie de órdenes que alcanzan a su vez la totalidad de los músculos estriados, para tomar así parte en la acción psicosomática.

---

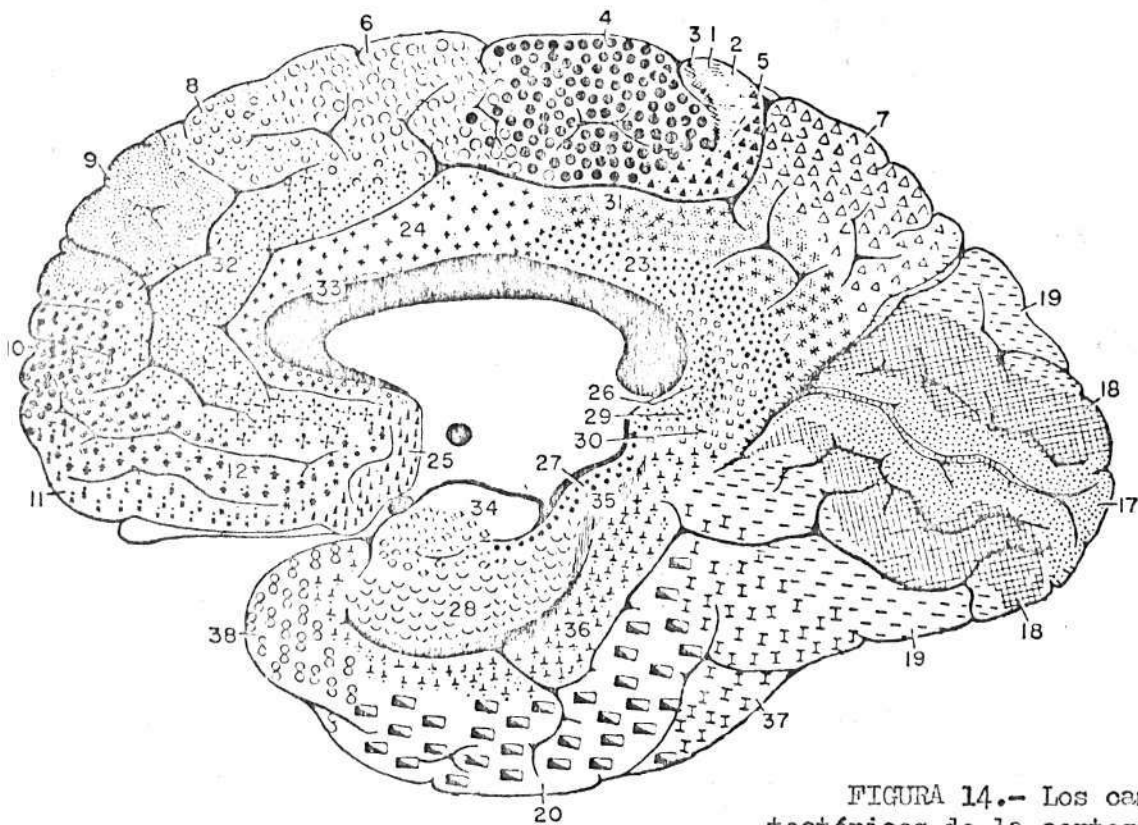
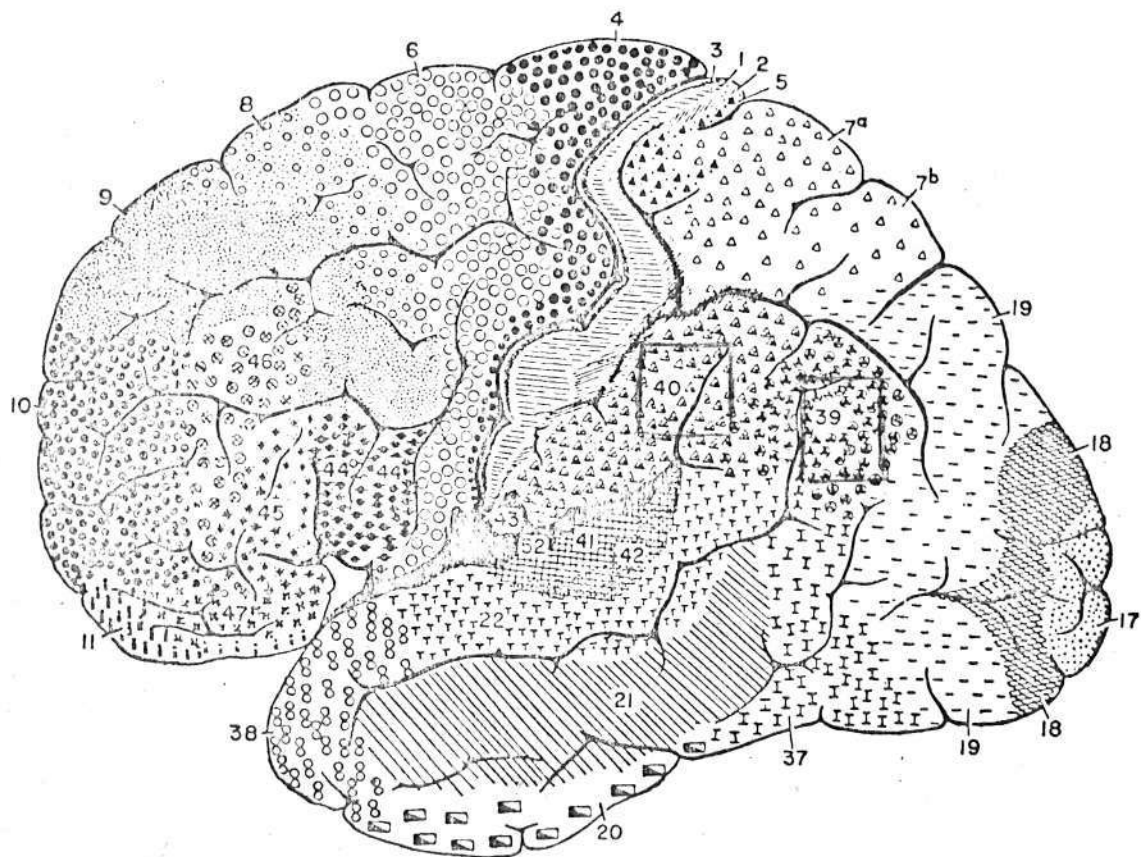


FIGURA 14.- Los campos citoarquitectónicos de la corteza cerebral, según Brodmann. (Figuras tomadas del libro de Crosby, Humphrey y Lauer).

## VII - CAPITULO

### EL CEREBRO COMO ORGANO DE ACCION: VIAS MOTORAS

#### MECANISMOS DE LA PRAXIA.-

La puesta en marcha del aparato locomotor plantea difíciles interrogantes.

Lo que si sabemos es que en la acción psicomotriz participa la totalidad de la corteza cerebral aunque algunas zonas se especialicen en el control de ciertos momentos del acto motor.

Los anatomistas describen una gran diversidad de áreas motoras repartidas por toda la superficie del cerebro. (Figura 15)

En el lóbulo temporal se describe el área 22.

En el frontal las áreas 4, 6, 8, suplementaria y -secundaria.

En el lóbulo parietal las 3-1 y 2, 5 y 7.

En el lóbulo occipital el área 19.

¿Qué significado biológico tienen cada una de estas áreas motoras ?.

Luria (14) (15), designa con el nombre de analizador cortical motor a toda esta extensa zona del cerebro --

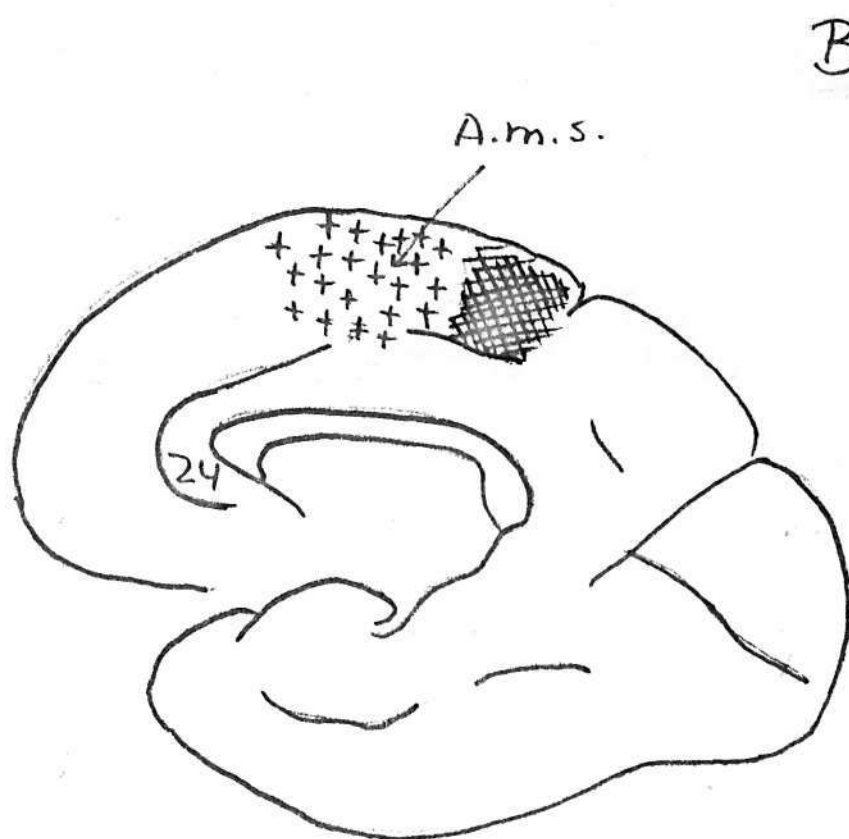
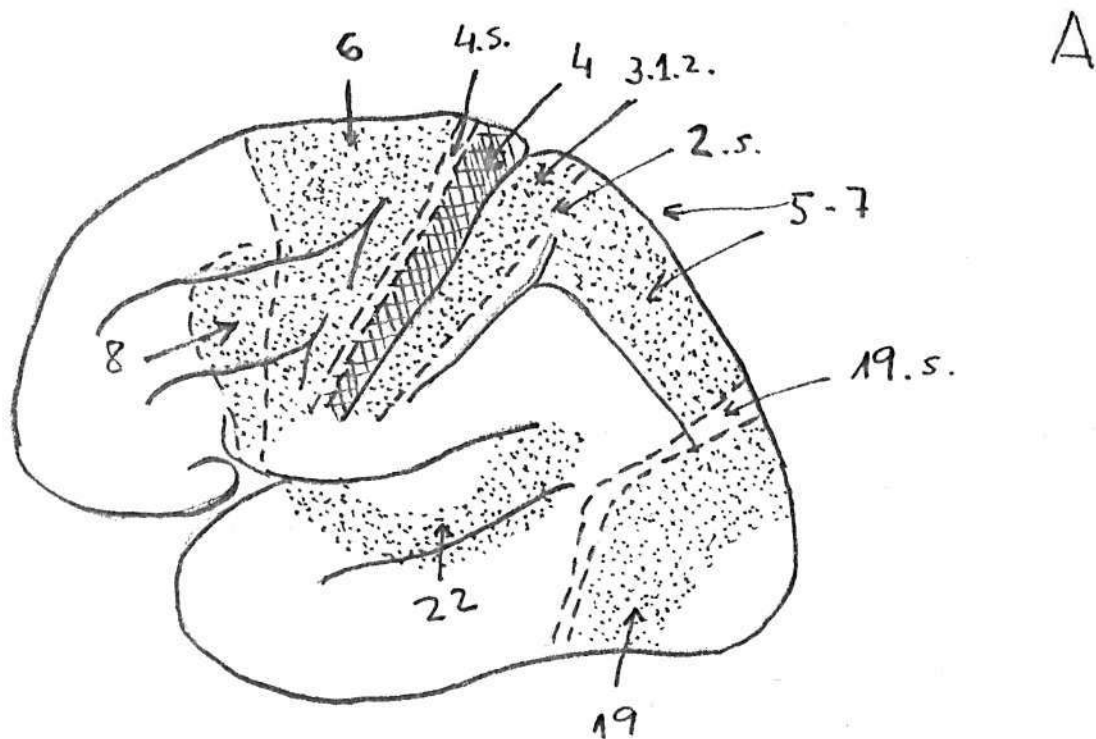


FIGURA 15.- Los campos motores corticales.

A.- Hemisferio izquierdo visto por la cara externa.  
 B.- Hemisferio derecho visto por la cara medial.

que interviene en la realización y en el control de la psicomotricidad, formada por un núcleo y una zona periférica.

El núcleo de este analizador cortical motor es el área 4 que actúa como puerta de salida del analizador motor y es a su vez el área responsable de la motilidad idioquinética, es decir, de la acción de aquellos movimientos discretos y sencillos, finos y delicados, en los que participa una sóla articulación y un grupo limitado de músculos y ostensibles sobre todo en las partes distales de ambas extremidades y de la musculatura craneofacial. Forma, según Goldstein (7), la figura motora que se recorta sobre el -- fondo postural, actividad estática antes mencionada, menos diferenciada y que acompaña siempre a la realización de -- cualquier actividad locomotriz.

Las zonas periféricas del analizador motor según Luria juegan un gran papel en el control del área 4.

La participación de estas zonas periféricas en la -- organización de la actividad motora se pueden sintetizar -- así:

Las áreas del lóbulo parietal 3-1 y 2, 5 y 7 se encargarían de que los impulsos motores alcancen su destino correcto, -- es decir, que lleguen a los músculos adecuados para la realización del movimiento deseado.

Es preciso recordar aquí que la corteza parietal es la región cerebral donde asienta también el analizador e -- integrador cortical de los impulsos aferentes que alcanzan

el cerebro siguiendo el canal de información somestésico.- Entre estos impulsos somestésicos se encuentran los propioceptivos, nacidos de los músculos.

Sin duda, la interpretación de los impulsos aferentes que llegan de los músculos durante la ejecución del movimiento y la comparación de los datos así obtenidos con la imagen kinética de lo que se desea hacer, son factores decisivos en la canalización de los impulsos motores hacia los músculos adecuados; en suma, el acto motor se organiza.

La corteza occipital y el área somatopsíquica (áreas 19, 39 y 40) son indispensables para la organización espacial u orientación del movimiento.

Para llevar a cabo esta ordenación espacial es necesario que el sujeto construya una percepción finamente matizada. Pero esta percepción espacial no puede elaborarse con la sólo ayuda de la interpretación de las impresiones propioceptivas y requiere una integración más amplia, interviniendo en esta integración el analizador vestibular, visual y el área gnóstica común que interviene en la elaboración de esta percepción compleja y multisensorial.

Estas zonas pues integran las percepciones espaciales y controlan la motilidad de nuestros miembros en el espacio exterior.

Los campos 6 y 8 del lóbulo frontal y las áreas suplementaria y secundaria se encargan primeramente de la innervación simultánea de grupos musculares responsables de

movimientos complejos en los que participan varias articulaciones (holokinéticos) y que forman el transfondo motor, - es decir, la postura general y las sinergias que vemos - que acompañan a la realización de una actividad determinada.

Secundariamente el cerebelo juega un gran papel.

Este debe ser considerado como la estación central de un importante sistema de control conectado en derivación con los otros sistemas de los que depende la actividad del neuroeje.

Se comporta en todo momento como un regulador de la actividad motora, tanto voluntaria como involuntaria y sobre la función elaboradora de la información a través del control que ejerce sobre los arcos conductores segmentarios, suprasegmentarios y totalizador.

Una parte de ese cerebelo (neocerebelo) refuerza el tono muscular, regula la eumetria y la energía, es decir - da la exacta medida y fuerza al movimiento, da su exacta - amplitud y dirección, y es la estación central donde regula las sinergias motoras, cristalizando todo su efecto, en una perfecta coordinación de los movimientos.

Esta importante función la cumple el cerebelo por - un feed-back o vía cerebelosa motriz. (Figura 16) En ella vemos, como al principio de todo acto motor la corteza cerebral al mismo tiempo que envía a los centros estriomotores los impulsos motrices que han de hacer contraer a los músculos, advierte al cerebelo de su descarga motriz para que este realice sus funciones específicas de coordinación.



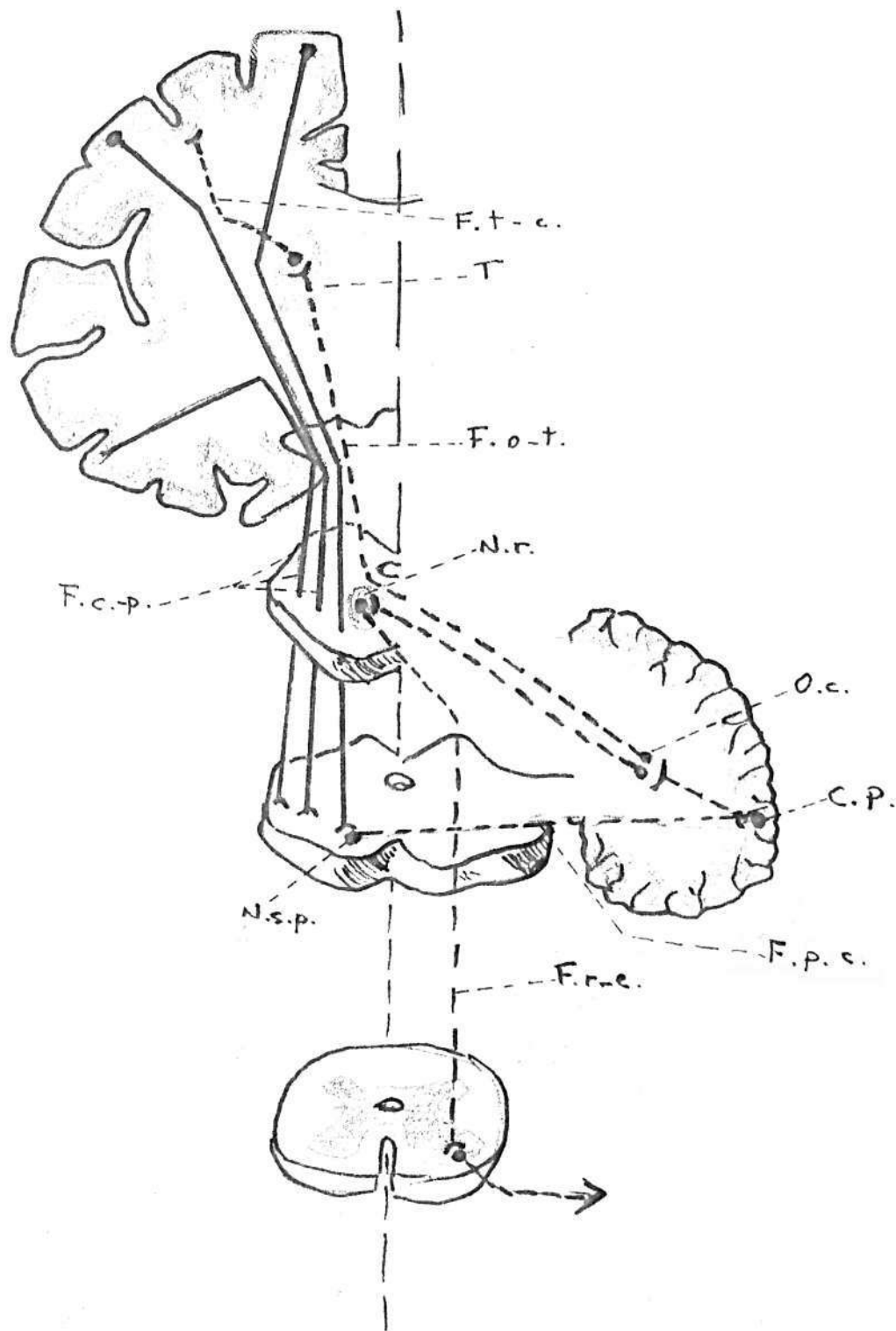


FIGURA 16.- Vía motriz cerebelosa, motriz secundaria o vía motriz indirecta.

C.P.= Celula de Purkinje.  
 F.c.p.= Fibras corticopontinas.  
 F.r.e.= Fibras rubroespinales.  
 F.o-t.= Fibras olivotalámicas.  
 F.p-c.= Fibras pontocerebelosas.  
 T.t-c.= Fibras tálamo-corticales.  
 N.r.= Núcleo rojo.  
 Ns.p.= Núcleos del puente.  
 O.c.= Oliva cerebelosa.  
 T.= Tálamo.

La flecha punteada que sale del asta anterior de la médula representa la vía final común.

Pero no termina aquí el significado de las áreas premotoras 6 y 8 dado que se encargan sobre todo de la organización temporal del acto motriz, transformando los diversos elementos componentes de una acción o movimiento y ensamblando de manera sucesiva los distintos componentes individuales del acto motor.

Se cree que esta organización temporal del acto motor depende de la elaboración de esquemas dinámicos codificados en el lenguaje interior que impregna la conciencia cognoscitiva, en imágenes verbales de carácter auditivo y sobre todo kinestésico que forman una parte de la dinámica del pensamiento.

Las zonas prefrontales del lóbulo frontal y la zona cortical del polo temporal, elaboran lo que puede llamarse el programa o plan motor de lo que se desea realizar y la capacidad de prever el futuro, adelantándose al instante actual o momento presente (función prospectiva).

Parece que intervienen en la programación general de un conjunto de actos motores destinados al fin que se desee alcanzar.

Son las zonas donde asienta la fantasía cognoscitiva de Lersch (13) ó imaginación motora.

De otro lado, la elaboración de un programa de lo que se desea hacer posibilita al sujeto para comparar conscientemente lo que está ejecutando en un momento determinado con su intención primordial y ello le capacita a su vez

para corregir los posibles errores que comete durante la realización del plan previsto.

Los impulsos nerviosos originados en estas áreas cerebrales descienden hacia las neuronas motoras del tronco cerebral y de la médula espinal por dos vías nerviosas -- bien definidas en su estructura: a) vía piramidal; b) vía extrapiramidal.

a) La vía piramidal constituye dos fascículos diferentes: uno corticoespinal y otro geniculado que hacen impacto respectivamente en los núcleos motores medulares y troncoencefálicos.

Esta vía nace de las neuronas motoras del área 4 -- aunque también nace de neuronas situadas en otras zonas como son las áreas parietales 3-1 y 2, regiones temporales y occipitales. Tiene la particularidad de que se cruza casi totalmente en un 80-90% de fibras. (Figura 17)

b) La vía extrapiramidal es una vía más difusa con varios niveles en su constitución a saber:

Nivel cortical.

Nivel estriatal.

Nivel tegmental.

Estos están conexionados entre sí.

Nivel cortical. El más importante lo constituye la zona periférica del analizador motor.

Otras áreas son:

El área 6, las áreas supresoras del cerebro, áreas

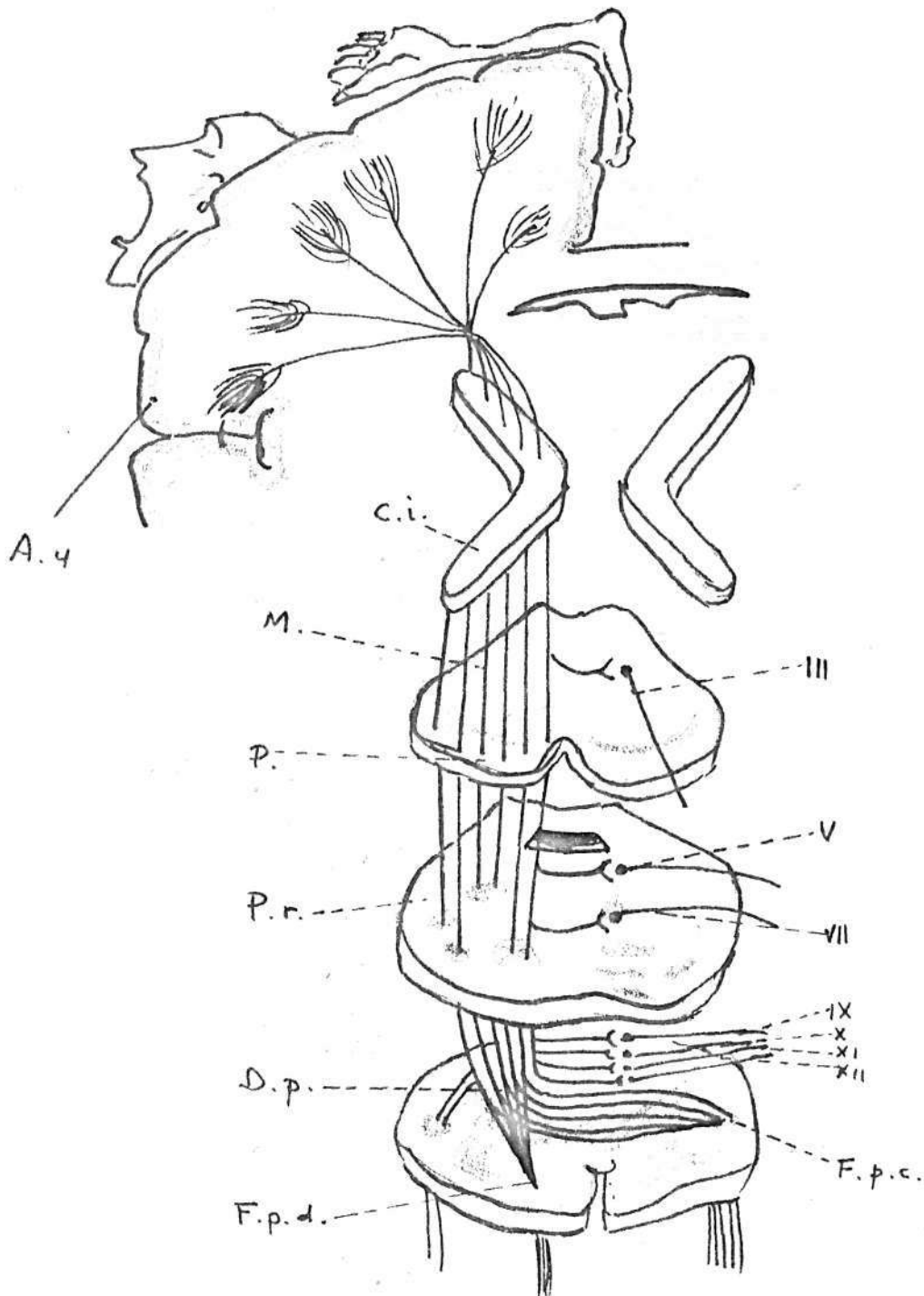


FIGURA 17.- Fascículos piramidal y geniculado. Está representada esquemáticamente la somatotopia del cortex motor y la distribución de los haces nerviosos piramidal y geniculado. (Según Young) A.4, area 4 (circunvolución frontal ascendente; cortex precentral) C.i., capsula interna.- D.p., decusación de las piramides.- F.p.c., fascículo piramidal cruzado.- F.p.d., fascículo piramidal directo.- M., mesencéfalo.- P., pie del pedúnculo cerebral.- Pr., protuberancia.

Los números romanos indican los distintos nervios craneales con sus núcleos de origen o motores.

3-1 y 2, en suma, parte de las áreas holocinéticas.

Los cilindroejes que le componen pueden hacer varias estaciones sinápticas a lo largo de su recorrido antes de alcanzar su destino final, es decir, los núcleos estriomotores.

Nivel estriatal. Lo pueden hacer sobre los ganglios basales del cerebro, talámo, núcleo caudado, putamen, globus pallidus, y núcleo subtalámico de Luys y la zona incerta.

Nivel tegmental. Está constituido por el núcleo rojo, Locus niger, tubérculos cuadrigémicos, oliva bulbar y la formación reticular del tronco del encéfalo. (Figura 18)

La vía extrapiramidal es también parcialmente cruzada en un 50% de sus fibras constitutivas.

De cada una de estas estaciones sinápticas y de la propia corteza arrancan cilindroejes que llegan directamente sin interrumpirse hasta las estaciones subyacentes y -- hasta los núcleos motores del tronco encéfalo y de la médula, destacando entre sus fascículos más importantes los siguientes:

El fascículo rubroespinal de Von Monakow.

El fascículo tectoespinal de Löwenthal.

El haz central de la calota.

Los haces reticulo-espinales.

El haz olivo-espinal de Hellweg.

El fascículo estrioespinal.

La significación funcional de ambas vías motoras

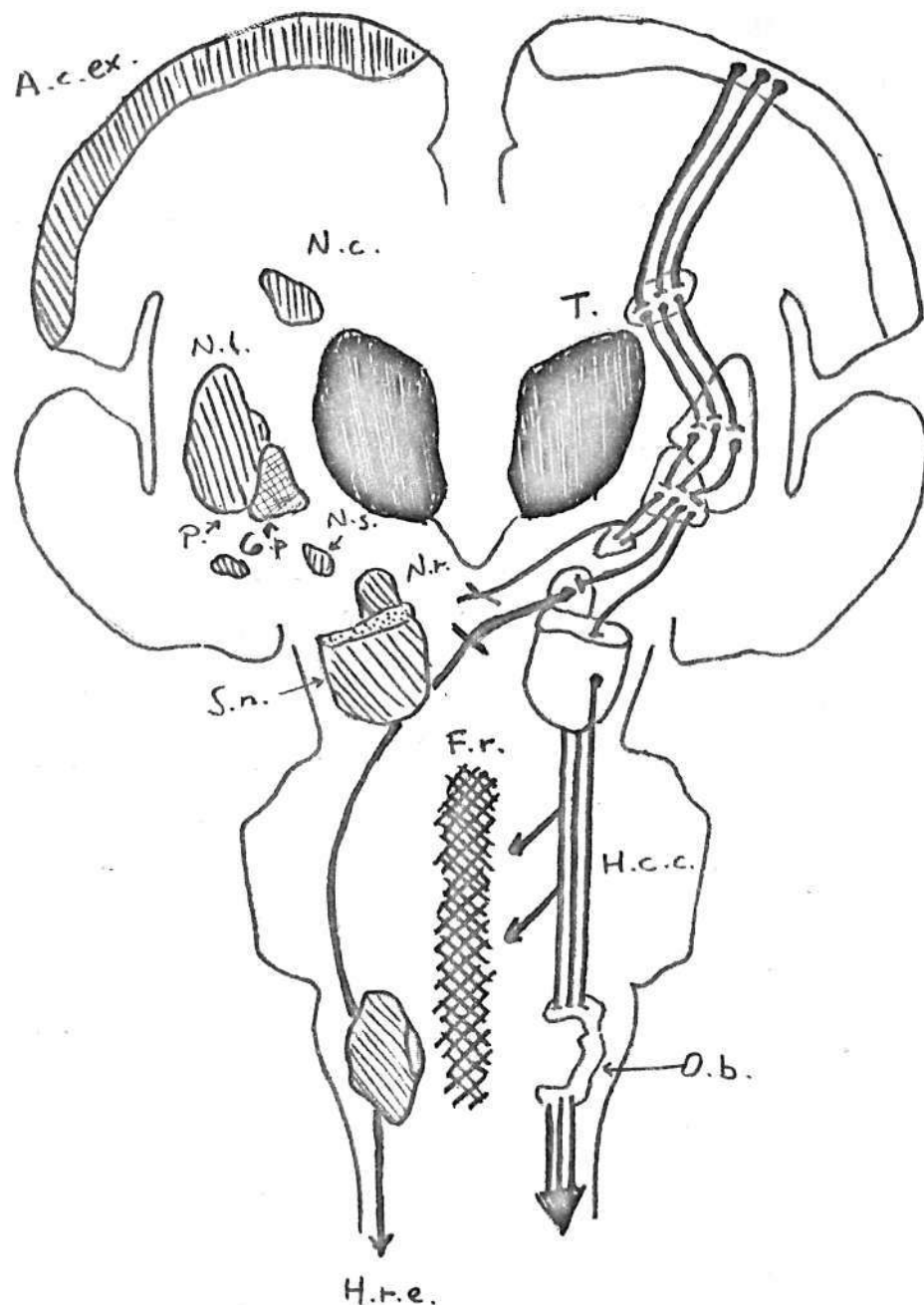


FIGURA 18.- Esquema de la vía extrapiramidal. En el lado izquierdo de la figura se han representado también las principales estaciones sinápticas de esta vía y en el lado derecho se ha dibujado (flechas negras) su componente discontinuo.

Corte frontal del cerebro y del tronco encefálico; segmento / posterior del corte visto desde delante.

A.c.ex. = Áreas corticales extrapiramidales.

N.c. = Núcleo caudado.

N.l. = Núcleo lenticular.

P. = Putamen.

G.p. = Globus pallidus.

N.s. = Núcleo subtalamico de Luys.

S.n. = Substancia negra. Se ha resecado la porción superior para poder ver el núcleo rojo (N.r.) que está situado por detrás de ella.

O.b. = Oliva bulbar.

T. = Tálamo.

F.r. = Formación reticular.

H.c.c. = Haz central de la calota.

H.b.e. = Haz bulbo espinal.

descendentes no está totalmente aclarada.

Lo único que se puede afirmar con seguridad es que los impulsos nacidos del área 4 responsables de la motilidad ideokinética, utilizan preferentemente la vía piramidal, mientras que los impulsos motores que se expresan en la ejecución de los movimientos complejos, responsables -- por tanto de la postura y de las sinergias o asociaciones aprovechan sobre todo la vía extrapiramidal.

Esta última vía presta al individuo su típica personalidad motora, en virtud de la cual, cada sujeto se distingue claramente de los demás, por la forma de realizar -- un acto determinado, por los movimientos involuntarios asociados o sincinéticos que dan al movimiento voluntario la gracia y la armonía necesarias para que resulten elegantes y eficaces (actividades automáticas asociadas a los movimientos voluntarios).

En cambio no sabemos aún por cual de estas vías efectoras se llevan a cabo las importantes funciones de control (coordinación espacial, temporal y ajuste al plan motor) de las porciones periféricas del analizador cortical motor. Probablemente según unos, la corteza utiliza ambos sistemas efectores para lograr este control de la psicomotricidad, aunque para otros es la vía extrapiramidal.

Esta última a su vez, regula los movimientos voluntarios mediante unos circuitos neurónicos reverberantes -- que se establecen entre corteza y núcleos de su 1º y 2º ni

vel, controlando y regulando la psicomotricidad, formando lugares de tránsito de importantes circuitos de retroacción que regulan la actividad cortical; inhibiendo a ésta de movimientos parásitos que alteran considerablemente el curso normal de la acción voluntaria, como son el temblor, la corea, la atetosis y el hemibalismo o motilidad parásita.

Estas conexiones, Bucy (3) las integra en tres importantes circuitos:

1/ Circuito destinado a eliminar el temblor de reposo (Figura 19)

Areas motoras 4, 4S y 6 ----> locus inger ----> núcleo caudado y putamen ----> locus niger ----> globus pallidus (directamente o por tálamo) ----> globus pallidus ----> núcleo ventral lateral del tálamo ----> cortex 4 y 6.

2/ Circuito destinado a eliminar la corea y atetosis (FIGURA 20)

Areas supresoras, campo 6 y 8 ----> núcleo caudado ----> putamen ----> globus pallidus ----> núcleo ventral lateral del tálamo ----> área 4, 6 y 8.

3/ Circuito que anula el hemibalismo (Figura 20)

Es el mismo circuito que el anterior pero con un eslabón en el núcleo de Luys.

La vía extrapiramidal y piramidal regulan el tono determinando hipertonia en los músculos protagonistas e hi





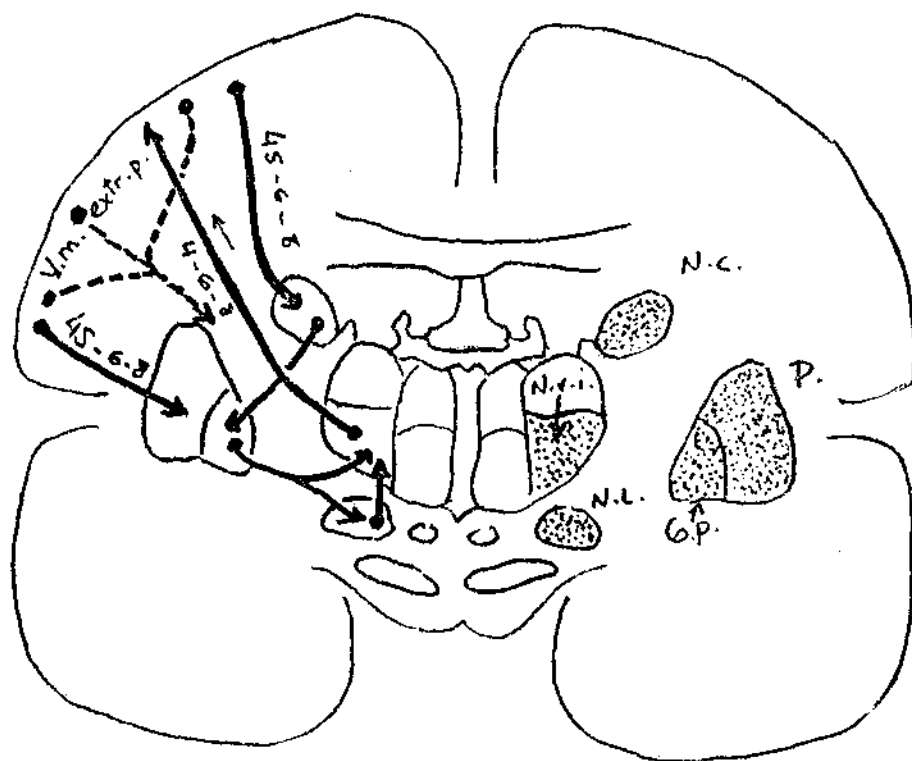


FIGURA 20.- Diagrama del circuito córtico-estrió-tálamo-cortical que interviene en el control de los movimientos parásitos de tipo coreico atetósico y hemibalismo.

V.m.extr.p. = Vía motora extrapiramidal.  
 N.c. = Núcleo caudado  
 P. = Putamen.  
 G.p. = Globus pallidus.  
 N.L. = Núcleo de Luys.  
 N.v.i. = Núcleo ventral intermedio.

potomía en los antagonistas preparando o excluyendo la participación de ciertos grupos musculares en determinados actos motores.

A su vez la vía extrapiramidal permite la adopción de las posiciones instintivas de equilibrio y adaptación - de los movimientos a los estímulos ópticos y auditivos.

#### Mecanismos de la Praxia.-

La praxia es una función cerebral y la podríamos definir como la facultad que tiene el hombre de cumplir más - o menos automáticamente ciertos movimientos habituales adaptados a un fin determinado. Dicho en otros términos, como afirma P. Casas, (18) es la capacidad que tiene el hombre - de realizar los actos que se conocen con los calificativos de psicomotores intencionales y gestos.

Conviene no olvidar, que las acciones finalistas - de carácter voluntario o reflexivo, como hemos visto, están constituidas por la síntesis de movimientos sencillos (ideokinéticos) correctamente graduados en orden y adecuadamente combinados, que una vez aprendidos, requieren esquemas de movimiento basados en impresiones primarias recibidas a través de varios sentidos.

Estos esquemas son formulados fuera de la corteza motriz por asociación de recuerdos e impresiones sensitivas, visuales, propioceptivas, táctiles y de otro tipo, como síntesis de un acto cognoscitivo plenamente elaborado.

El aprendizaje es de enorme transcendencia en la ejecución de nuestros movimientos. Este aprendizaje consiste en la adquisición de un esquema motor, de un hábito motor.

Hábito significa memoria, y por lo tanto la memoria motora es un factor fundamental que hay que tener en cuenta

para comprender el funcionamiento del sistema motor.

La memoria de los gestos, es decir, de aquellos movimientos que tienen un sentido y una finalidad determinada, está constituida bajo el punto de vista psicológico, - por imágenes motoras y estas imágenes están construidas a base de la multitud de sensaciones y percepciones (cerebro como órgano de conocimiento, de elaboración y análisis) que acompañan a la ejecución de un acto exterior determinado.

Este mecanismo funcional de la praxia o automatización del movimiento voluntario, es una función cerebral cuyo mecanismo sólo es conocido hipotéticamente pero reviste gran transcendencia por su riqueza extraordinaria.

La ejecución correcta de estos movimientos habituales adaptados a un fin determinado (gestos) exige la normal integridad del aparato motor, una sensibilidad normal y la intervención de centros psicomotores. La figura 21 da una idea elemental del substratum morfológico de la función práxica.

Cuando ejecutamos uno de estos movimientos adquiridos por el aprendizaje y el hábito, se desarrollan las siguientes fases:

- 1/ La idea del acto la cual puede surgir espontáneamente o ser el resultado de una excitación sensorial.
- 2/ La representación mental del acto para decidir su utilización.

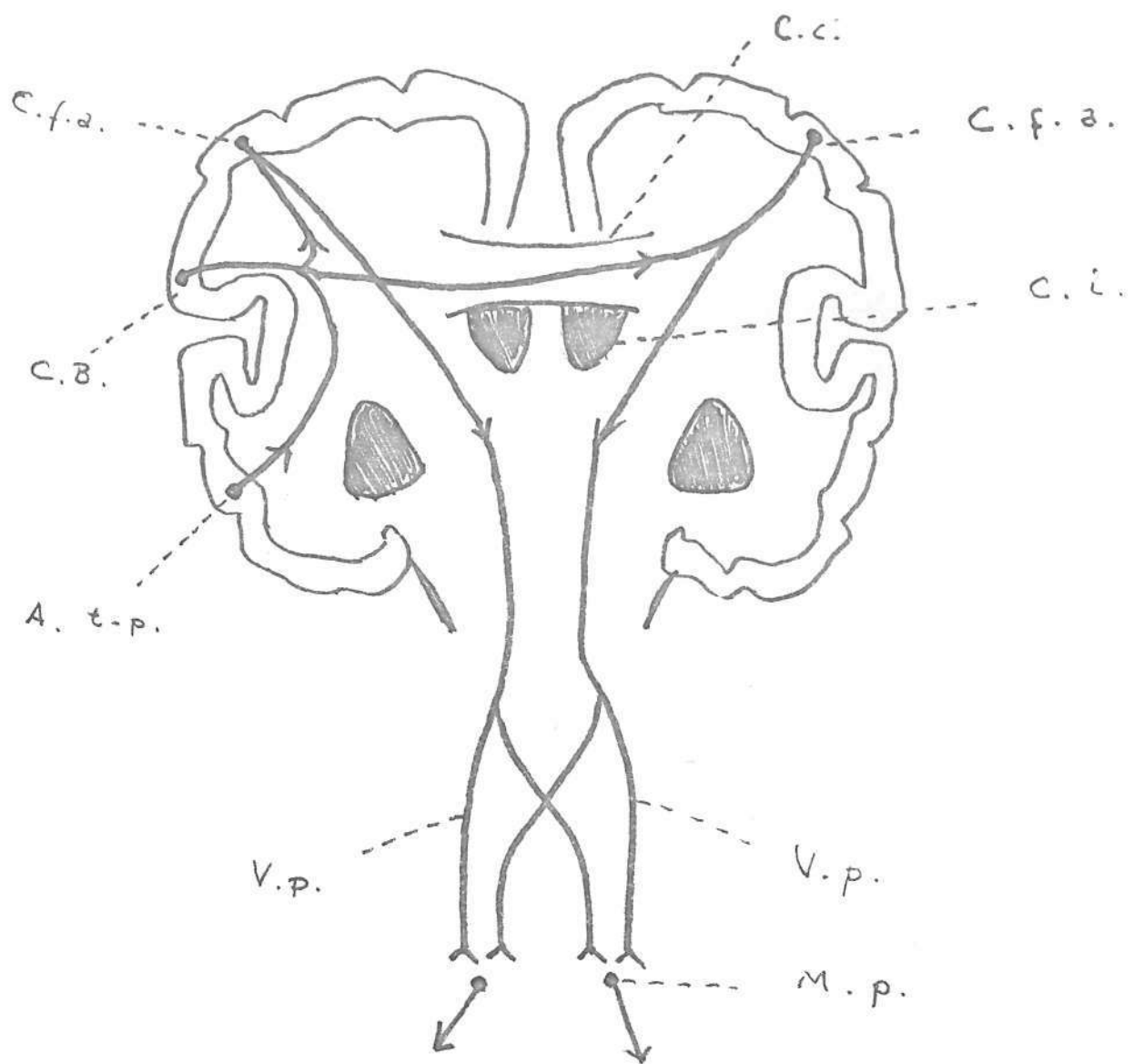


FIGURA 21.- Substratum morfológico de la función praxica.

- C.B., centro motor del lenguaje.
- C.c., cuerpo calloso.
- C.f.a., circunvolución frontal ascendente.
- C.i., capsula interna.
- M.p., motoneuronas periféricas.
- V.p., vía piramidal.
- A.t.p., áreas tampo-parietales.

3/ La representación de cada uno de los movimientos elementales o actos parciales necesarios engranados en el espacio y tiempo para el cumplimiento del movimiento. Es decir, se representa la fórmula cinética.

Pero en la representación de esta fórmula cinética intervienen las experiencias pasadas, de las que el cerebro guarda recuerdo. (Función representativa o mnésica) que almacenada es reactualizada o evocada en un momento determinado.

En este punto, se ve con claridad nuestra conciencia, ávida de percatarse del mundo exterior y de su propio ser, especificándose en las tres funciones que hacen referencia al tiempo y que recordamos como: la función de presencia, que constituye el presente temporal de la persona, la función prospectiva proyectada hacia el futuro y la función retrospectiva o memoria proyectada hacia el pasado temporal del hombre.

Este plan de acción puede ser modificable y de hecho es modificado por las impresiones sensoriales recientes o inmediatas en orden a que los movimientos puedan adaptarse a condiciones cambiantes.

4/ Ejecución de la fórmula cinética por parte del aparato motor cortical.

¿Dónde se retienen estas imágenes para que queden almacenadas en engramas motores y para que se evoquen o reactualicen en el momento que deseemos realizar un acto ya a

prendido?.

Morin (16) cree que este papel mnésico motor se debe a las áreas holocinéticas o zona periférica del analizador motor para las sinergias más elementales y sobre todo, a las áreas gnósticas somato-sensibles normal y gnóstica - común para las funciones más comp~~æ~~ejas de la organización motora.

Para el sujeto que actúa, los movimientos ya aprendidos son vividos por él como complejo de imágenes y sensaciones visuales y propioceptivas y es de suponer que el recuerdo de estas imágenes de movimiento se grave en las mismas zonas cerebrales donde dormitan las imágenes del mundo exterior y de nuestro propio cuerpo.

Gracias, pues, a estos actos complejos que tienen sentido podemos dar una respuesta motora adecuada, sin intervención de la conciencia y de la voluntad. Son en realidad reflejos condicionados, y estos movimientos representan la mayor parte de la actividad motora del hombre.

Durante la fase de aprendizaje, aparecen movimientos generalizados del aparato locomotor, y por ello frente al movimiento necesario de proyección, se producen también movimientos inútiles de lo que resulta una acción imperfectamente coordinada y realizada con gran consumo de energías.

Ya en una fase posterior, se empieza a perfilar - actos motores más aptos para el objetivo que se persigue y los movimientos se hacen más elásticos, más rápidos y más

precisos. Se readaptan los órganos internos produciéndose -  
un aumento de la capacidad de trabajo del organismo y el --  
consumo de energía es a la vez más económico.

---



## VIII - CAPITULO

### SOFROLOGIA Y DEPORTE.-

En los últimos años el deportista se está convirtiendo en una especie de robot mecánico, haciendo con él - innumerables estudios, test, preparación técnica del más - alto grado y calidad etc. Y una pregunta queda en el aire, ¿Cómo se van a conseguir mejores marcas, mejores rendimientos?.

Esta pregunta se podría contestar de la siguiente forma:

El hombre además de un cuerpo (con células y órganos maravillosamente conjuntados) posee una psique, con diversos estados de consciencia. Es decir está formado por - el "soma y la psique" y aunque tanto el uno como el otro - se dividen en multitud de partes, en Sofrología el concepto de "estados de consciencia" implica la unidad indisoluble del ser humano.

La preparación sofrológica así como la psicológica requieren de una persona responsable muy bien preparada y con mucha paciencia.

Según Abrezol (1) en toda competición existen gran cantidad de elementos psíquicos negativos, que perjudican -

las marcas o el rendimiento deportivo.

- 1/ El nerviosismo, antes y durante la prueba.
- 2/ El miedo (de la velocidad, del contrario etc.).
- 3/ La falta de concentración (debido a problemas personales o algún otro motivo).
- 4/ La energía física disminuida por causas psíquicas diver  
sas.
- 5/ La falta de confianza en sí mismo.
- 6/ La falta de espíritu de deportividad y de compañerismo.
- 7/ La falta de combatividad.
- 8/ La fatiga física o moral.
- 9/ El complejo de inferioridad frente a los favoritos.
- 10/ El cansancio de la competición (sobre todo al final de la temporada).
- 11/ La pérdida de la moral después de la derrota.

Cuantos más factores negativos se eliminan por la preparación sofrológica tanto más rendirán los deportistas consiguiendo un mayor nivel.

Los métodos sofrológicos constituyen fundamentalmente un entrenamiento de la personalidad, no solamente con objeto de la eliminación de los síntomas, sino con la finalidad de favorecer la realización del proyecto o esquema existencial del hombre. Si aceptamos que el ser humano es plenamente responsable y le abandonamos simple y llanamente a la vivencia de responsabilidad, es lógico y posible - que dicha vivencia sea experimentada de forma angustiosa. Si por el contrario, le ofrecemos métodos de entrenamiento

que activan sus fuerzas de integración, tanto físicas como mentales, reforzaremos su responsabilidad, haciéndose más fuerte ante el padecimiento. A la práctica sistemática de tales procedimientos es a la que se designa en Sofrología con el nombre de disciplina existencial.

---

## IX - CAPITULO

### RESUMEN, CONSIDERACIONES GENERALES Y CONCLUSIONES SOBRE MOTILIDAD.-

1/ El mantenimiento del equilibrio en reposo lo hacemos por medio del tono muscular y en movimiento por contracciones cinéticas. Así pues un perfecto mecanismo nervioso nos permite el reajuste constante de las contracciones posturales y cinéticas de la musculatura.

2/ Debemos recalcar que en el control y en la ejecución de un movimiento interviene el cerebro como unidad totalitaria, donde se engranan funciones perceptivas y funciones intelectuales como son percepción del propio cuerpo, percepciones espaciales, lenguaje etc...

La motilidad, está pues, impregnada de intelectualidad. Es por ello, por lo que la educación motora supone una educación indirecta pero decisiva de las funciones psicológicas cognoscitivas y simbólicas (lenguaje) que intervienen en el acto motor voluntario.

3/ En la motilidad interviene el fenómeno de la dominancia cerebral.

4/ La base del movimiento tal como se manifiesta en los ejercicios físicos es un sistema organizado que cristaliza en costumbres motoras susceptibles de realizarse de manera

automática (automatismo secundario).

5/ Hay que mencionar que el comienzo y el fin de los movimientos automáticos se ejecutan voluntariamente. Si en el transcurso de la actividad automática aparecen excitaciones que inoportunan el desarrollo acostumbrado de los movimientos, la conciencia interviene, para resolver la nueva situación creada, porque aunque cristalizan en un estereotipo éste es dinámico, cambiante ya que puede modificarse continuamente y readaptarse a las condiciones externas.

Todos estos movimientos automáticos deben ser vigilados por la conciencia reflexiva que constituye una buena parte de la actividad de la persona.

6/ No olvidemos que gracias a la elaboración de un programa de lo que se desea hacer posibilita al sujeto para comparar conscientemente lo que está ejecutando en un momento determinado con su intención primordial y ello le capacita a su vez para corregir los posibles errores que cometa durante la realización del plan previsto.

7/ La actitud serena y reflexiva se realiza sobre el transcurso de los estados de ánimo (pesimismo, optimismo), y se ve interrumpida con frecuencia por las conductas emocionales. Las primeras exaltan o inhiben el estado de conciencia, el tono funcional, así como las emociones (miedo, alegría, ira, deseo, furia, excitación, sobresalto). Todo ello surge en nuestra conciencia reflexiva cuando las circunstancias del mundo, del medio social o de la propia persona

oponen resistencia o facilitan el logro de aquellos objetivos que pueden satisfacer sus condiciones motivadoras o el logro de los anhelos que en ese momento mueven nuestra vida.

8/ En las emociones y estados de ánimo se provocan manifestaciones más o menos enérgicas que tienen siempre un doble aspecto motor y vegetativo, repercutiendo en las palancas osteomusculares (movimientos) y en las vísceras sin que tengan sentido finalista o utilitario su modo de acción.

9/ El movimiento debe ser preciso, intencional y requiere una perfecta coordinación muscular.

10/ El deportista debe de tener un deseo de vencer, es decir, de lograr los anhelos que satisfacen sus conductos motivadores, y por tanto, su conducta debe ser serena y reflexiva, inteligentemente planteada, dominando sus tormentos emocionales y con un estado de ánimo equilibrado con el fin de evitar esos modos de actuar afectivos que no cumplen un fin determinado.

Debe tener un espíritu permanente de decisión, y una audacia constante. El juicio debe ser rápido, la elección de la decisión inmediata y la ejecución técnica, tan explosiva como instantánea.

11/ Desde el punto de vista reactivo o acción, los ejercicios de equilibrio y de coordinación son la base del entrenamiento.

12/ La falta de equilibrio es causa de caídas y de accidentes. Hay que saber reaccionar frente a la pérdida de equilibrio, alternando en el entrenamiento los periodos de esfuerzo y de relajación muscular y nerviosa.

13/ Mantener el cuerpo en equilibrio no es más que reali--zar una sucesión de recuperación o rectificaciones de to--das clases y en todas direcciones, se debe reducir al mínimo la amplitud de movimientos, no intentar un movimiento - sin estar en estado de equilibrio y tomar un punto de refe--rencia visual para ejecutar un esfuerzo y mantener el equi--librio o restablecerlo.

14/ La actitud corporal cuando es estable, no exige ningún esfuerzo reactivo voluntario, sin embargo cuando es inesta--ble, es necesario mantenerla con esfuerzos conscientes y una atención constante.

15/ La coordinación de los movimientos se perfecciona me--diante la repetición del ejercicio, y donde concurren una perfecta sensibilidad, el juicio nos permite apreciar su efecto previo y la voluntad decide el movimiento y determina su ejecución.

16/ Los movimientos lentos se coordinan durante su ejecu--ción, a medida que se van sucediendo, pero la coordinación de los movimientos rápidos y repentinos deben estar coordi--nados de antemano, es decir, los músculos debén seguir una preparación hecha de antemano (memoria motora).

17/ La coordinación implica sinergismo y este sinergismo -rige la coordinación de los movimientos, indispensable pa--ra realizar, eficaz y fácilmente, los gestos más complica--dos y más delicados, así como los más sencillos.

18/ El hombre bien coordinado utiliza su energía de manera óptima, sus movimientos son armoniosos y en él, todo contribuye a la ejecución del acto deseado. Por este motivo, es sumamente importante conocer la base, y buscar la calidad del gesto antes que la cantidad para sedimentarlos en engranajes motores evocados en el momento exacto. Así, la coordinación se transforma en una cosa adquirida y difícil de cambiarla.

19/ Un movimiento no es bonito, si no es correcto preciso o bien definido. Debe estar de acuerdo con el objetivo y - que el resultado útil se consiga económicamente, y de ello surgirá la habilidad del deportista.

20/ Todo no es reacción. Esta debe satisfacer los anhelos que mueven nuestra vida y ello es fruto del querer, de la voluntad y del conocer nuestro mundo exterior y nuestro -- propio ser, de conocer la situación general de las circunstancias externas y el estado de sus necesidades y de su -- propio organismo para que la persona pueda actuar adecuadamente con respecto a los objetivos trazados por la voluntad. Son los tres momentos claramente definidos que se concatenan ánexorablemente para actuar con conciencia reflexiva, querer, conocer, actuar. Deben imperar las reacciones reflexivas, dominando los trasfondos de la emoción y los estados de ánimo.

21/ El estudio de los movimientos, la formación de los hábitos motores, el perfeccionamiento de la técnica y el logro de la elevada maestría deportiva, se basa en todo este



medanismo complejo de la actividad motora.

22/ La unidad psicosomática de la vida está siempre presidida por la totalidad y la estrecha interconexión de los fenómenos particulares.

---

## X - CAPITULO

### BIBLIOGRAFIA.-

- 1 - ABREZOL, R.- La preparación sofrológica del esquiador de competición alpina. Comunicación presentada al primer - Congreso Mundial de Sofrología y publicada en Sofrología - Médica Oriente Occidente de Caycedo, A. Tomo I, pag. 101-111, Ed. Aura- Barcelona, 1.973.
- 2 - BENNINGHOFF - GOERTTLER : Lehrbuch der Anatomie des - Menschen. Urban & Schwarzenberg. München - Berlín, 1.960.
- 3 - BUCY, P.C.: The neural mechanism of athetosis and tremor. J. Neuropathol. exp. Neurol., 1; 224- 239. 1.942.
- 4 - CAYCEDO, A.- Lo que es y lo que no es la Sofrología- Sofrología médica- Tomo III- Ed. Aura- Barcelona, 1.975.
- 5 - CROSBY, E.C., HUMPHREY, T., y LAUER, E.W., Corrélativo Anatomy of the Nervous System. Mac Millan Co. 1.962.
- 6 - DELL, P.- Corrélations entre le système végétatif et - le système de la vie de relations; mesencéphale, diencéphale et cortex cerebral. Y. Physiol. (Paris), 44: 471-557, - 1.952.
- 7 - GOLDSTEIN, K.: Das Kleinhirn. Handbuch d. Nor., u. Path. Physiol. (BETHE - BERGMANN), Springer Berlin, X; 223-473 1.927.

- 8 - GOMEZ BOSQUE, P., BENITO ARRANZ, S., CARRERES QUEVEDO, J., OJEDA SAHAGUN, J.L. y BARBOSA AYUCAR, E.- El sistema nervioso central - Tomo I- Ed. Sever Cuesta- Valladolid- 1.968.
- 9 - GOMEZ OLIVEROS, L.- Lecciones de Anatomia humana- Tomo I 1ª parte- Ed. Marbán- Madrid- 1.964.
- 10- HEAD, H.- Studies in neurology. Oxford Univ. Press, -- London. 1.920.
- 11- HEIDEGGER, M.- Citado por Gómez Bosque en su libro: El sistema nervioso central- Tomo I- Ed. Sever Cuesta- Valladolid- 1.968.
- 12- HESS, W.R., S. Bürgi, and V.M. Bucher. Motorische Funktion des Tektal- und Tegmentalgebietes. Mschr. Psychiat. Neurol., 112: 1- 52, 1.946.
- 13- LERSCH, Ph.- Estructura de la personalidad- Edición española- Ed. Scientia- Barcelona- 1.971.
- 14- LURIA, A.R., El cerebro humano y los procesos psicológicos- Ed. Harper & Row- Londres- 1.973.
- 15- LURIA, A.R., Las funciones corticales superiores en el hombre- Ed. Basic Books- Nueva York- 1.966.
- 16- MORIN, G.- Physiologie du Système Nerveux Central- Ed. Masson. Cie, Editeurs Paris- 1.965.
- 17- PEREZ CASAS, A.- Anatomia funcional del aparato locomotor y de la inervación periférica, Ed. Bailly- Bailliere S.A. Madrid- 1.965.

- 18- PEREZ CASAS, A. y BENGOCHEA, M.E.- Morfología, estructura y función de los centros nerviosos- Ed. Paz Montalvo- Madrid- 1.967.
- 19- RASCH, PH.J. y BURKE, R.K.: Kinesiology, Lea- Febrieger, Phil., 1.959.
- 20- STERN, W., Psicología general desde el punto de vista - personalístico. Ed. Paidós., Buenos Aires, 1.971.
- 21- TITTEL, : Beschreibende und funktionelle Anatomie. Veb. Gustar Fischer Verlag, Jena, 1.932.
- 22- TYLER, F.M., MIGEON, C., FLORENTIN, A.A. y SAMUELS, L.T., The diurnal variation of 17- hydroxycorticosteroid Levels - in Plasma. J. Clin. Endocrinol. 14, p. 774, 1.954.
- 23- WILKINSON, R.T., After Effect of Sleep Deprivation. J. - Exp. Psychol. 66, 439-444. 1.963.
-

